



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# SUOMEN TALOUSVESIVERKOSTOJEN KUNNON VAIKUTUS KIINTEISTÖIHIN JA NÄKÖKULMIA INTIAN, TANSKAN JA NORJAN VESIHUOLLON TOIMINTAMALLEISTA

Hannu Haanpää

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2017  
Talotekniikka  
LVI



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikka

HAANPÄÄ, HANNU:

Suomen talousvesiverkoston kunnan vaikutus kiinteistöihin ja näkökulmia Intian, Tanskan ja Norjan vesihuollon toimintamalleista

Opinnäytetyö 67 sivua, joista liitteitä 7 sivua  
Joulukuu 2017

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Suomen vesihuoltoverkon toimintaperiaatteita, rakennetta ja kuntoa, veden laatua ja niiden vaikutusta maamme kiinteistöihin. Puhdas vesi ei ole maailman kaikille ihmisille itsestäänselvyys: Maailman terveysjärjestö WHO:n mukaan vuonna 2017 noin 2.1 miljardilla ihmisellä ei ole käytössä puhdasta juomavettä (WHO 2017). Työtä varten haastateltiin Intian, Tanskan, Norjan ja Suomen vesihuollon asiantuntijoita ja selvitettiin maiden vesihuollon toimintamalleja sekä nykytilaa. Opinnäytetyössä tarkasteltiin veden laatua myös kiinteistön omistajan näkökulmasta ja pohdittiin mahdollisia toimenpiteitä kiinteistöjen talousvesiverkon kunnan turvaamiseen.

Haastatteluiden ja lähdemateriaalin perusteella useissa maissa on sama ongelma: nykyinen vesihuoltoverkosto on hyvin vanhaa ja eikä sitä ehditä uusimaan tarpeeksi nopeasti, jotta ongelmia ehdittäisiin ennaltaehkäistä. Uusimista hidastavat korkeat kustannukset, eikä ongelmia välttämättä tunnisteta tai niistä ei välitetä. Yleisin ongelma ovat putkivuodot, joista syntyvien paineiskujen takia vedenjakeluverkostossa olevat epäpuhtaudet lähtevät liikkeelle ja aiheuttavat veden sameutta loppukäyttäjien kiinteistöihin. Lisäksi verkoston vajaakäyttö aiheuttaa sakkakertymiä putken pohjalle ja virtauksen kasvaessa ne lähtevät liikkeelle.

Ongelmien ratkaisemiseksi monissa maissa tehdään paljon töitä, jotta haasteisiin pystyttäisiin reagoimaan ennaltaehkäisevästi: on muun muassa tiukennettu lakeja ja lisätty resursseja verkostojen saneerauksiin. Kiinteistöjen talousvesiverkkojen kuntoon pitää kiinnittää entistä enemmän huomiota ja pyrkiä ennaltaehkäisemään ongelmien pääsy verkostoihin. Saksassa, Tanskassa ja Intiassa asia on tiedostettu ja tarvittavia toimenpiteitä on ryhdytty tekemään.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Building Services Engineering

HAANPÄÄ, HANNU:

The physical condition of water supply network in Finland and its impacts to real estates. Additional views on water supply network operating models from India, Denmark and Norway

Bachelor's thesis 67 pages, appendices 7 pages  
December 2017

---

The purpose of this Thesis was to study the operating models, water quality of Finnish water supply networks and how the physical condition of water supply network impacts on real estates in Finland. Safe water is not considered self-evident for everyone in the world. According to the World Health Organization (WHO), in 2017 2.1 billion people lack access to safe drinking water in their homes (WHO 2017). For this Thesis, water supply specialists from India, Denmark, Norway and Finland were interviewed to find out different operating models and the present state of water supply networks and their water quality. This Thesis also studies the impacts of the networks' water quality on real estates and considers possible solutions to protect the real estate drinking water network.

The results of the interviews and literature review revealed that there are similar problems in many countries: Current water supply network is aging and it cannot be renovated fast enough to avoid the problems. Network renovation has slowed down because of high costs. The most common problem is leakages, which cause over pressure. Thus, sediments of water supply network start to move causing problems to real estate drinking water network.

To solve the problems, there is a need to focus on on precautionary actions: preventing pollution of drinking water by making law stricter and increase funding for renewing the water supply networks. Even though the water quality issue within the real estate networks has been noticed in Germany, Denmark and India, more attention is required to protect the properties.

---

Key words: drinking water quality, water supply network, real estate, filter

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	VESIHUOLTO.....	8
2.1	Taustatietoa.....	8
2.1.1	Vesi luonnonvarana.....	9
2.1.2	Ympäristönsuojelun merkitys vesistöille.....	10
2.2	Veden käyttö ja tarve.....	12
2.3	Vesihuollon merkitys.....	13
2.4	Vesihuolto Suomessa.....	13
3	VEDEN LAATU.....	16
3.1	Veden laatuvaatimukset.....	16
3.1.1	Hygieeniset laatuvaatimukset.....	16
3.1.2	Esteettiset laatuvaatimukset.....	16
3.1.3	Tekniset laatuvaatimukset.....	17
3.1.4	Talousveden laatu.....	17
3.1.5	Rakennusmääräyskokoelma D1 ja uudet asetukset.....	17
3.2	Veden laadun valvonta.....	18
3.3	Vedenkäsittely.....	19
3.4	Veden jakeluverkko.....	20
3.5	Vedenhankinta.....	21
4	VESIJOHTOVERKOT.....	24
4.1	Suunnittelun pääkohdat.....	24
4.2	Materiaalit ja varusteet.....	29
4.2.1	Kiinteistön vesijohtoverkko.....	32
4.3	Kiinteistö- ja jakeluverkkojen ongelmien aiheuttajat.....	34
4.3.1	Materiaalin rikkoontuminen ja käsittely.....	34
4.3.2	Korroosio ja veden laatutekijät.....	35
4.3.3	Kiinteistöjen vesijohtoverkot.....	36
5	HAASTATTELUTUTKIMUS SUOMEN, INTIAN, TANSKAN JA NORJAN TALOUSVEDEN TOIMINTAMALLEISTA JA KEHITYSNÄKYMISTÄ. 38	
5.1	Vesihuolto ja vesijohtoverkon ylläpito.....	38
5.1.1	Suomi.....	38
5.1.2	Intia.....	40
5.1.3	Tanska.....	41
5.1.4	Norja.....	42
5.2	Veden laatuvaatimukset.....	42
5.2.1	Suomi.....	42

5.2.2	Intia .....	43
5.2.3	Tanska .....	44
5.2.4	Norja.....	44
5.3	Tulevaisuuden näkymät .....	45
5.3.1	Suomi .....	45
5.3.2	Intia .....	45
5.3.3	Tanska .....	46
5.3.4	Norja.....	46
6	TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT .....	47
6.1	Veden hankinta, vesihuoltolaitokset ja laadun varmistaminen.....	47
6.2	Vesijohtoverkot.....	49
6.3	Kiinteistöt.....	49
6.4	Kehitysehdotukset.....	50
7	KIINTEISTÖJEN TALOUSVESIVERKKOJEN TURVAAMINEN.....	52
7.1	Kiinteistöjen talousvesiverkon kunto.....	52
7.2	Kiinteistön talousvesiverkon yhdistelmäsuodatin .....	54
8	POHDINTA.....	56
	LÄHTEET.....	58
	LIITTEET .....	61
	Liite 1. Talousveden laatuvaatimukset ja -suositukset (683/2017) .....	61
	Liite 2. Vedenjakelukatkos 25.10.2017 (Tampereen Vesi 2017).....	65
	Liite 3. Haastattelukysymykset .....	66
	Liite 4. Putkivuodot pakottavat taloyhtiöt laajoihin saneerauksiin (Aatsalo 2016).....	67

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää talousvesiverkostojen veden laatua ja sen vaikutuksia kiinteistöjen käyttövesiverkon kuntoon. Työtä varten haastateltiin Suomen, Intian, Tanskan ja Norjan vesihuollon asiantuntijoita heidän maidensa toimintamalleista.

Vesi on jokaiselle ihmiselle elinehto, ja veden riittävyys on ongelma ympäri maailmaa. Vedenkäyttö maapallolla on viime vuosisadan aikana kuusinkertaistunut, mikä on yli kaksi kertaa enemmän kuin väestönkasvu samana aikana. Suurimmat syyt vedenkäytön kasvuun ovat teollistuminen ja kaupungistuminen. Länsi-Aasiassa, Pohjois-Afrikassa, Kiinassa, Intiassa, Venäjällä ja Yhdysvalloissa vettä käytetään enemmän kuin sitä pystytään tuottamaan.

Jopa 1,1 miljardia ihmistä joutuu selviämään 2010-luvulla arjestaan ilman puhdasta vettä, vaikka laskennallisesti vettä riittää kaikille maailman ihmisille. YK arvioi, että kaksi kolmasosaa maailman väestöstä (noin 3 miljardia ihmistä) tulee kärsimään vesipulasta vuoteen 2025 mennessä. (Ulkoministeriön viestintä 2013.)

Tässä opinnäytetyössä keskitytään sekä veden hankintaan että puhtaan juomaveden tuottamiseen loppukäyttäjille. Työssä selvitetään raakaveden lähteitä, veden laadun seuraamista ja veden muokkaamista loppukäyttäjälle turvalliseksi. Teoriaosuuden pääpaino on Suomen vesihuollossa.

Opinnäytetyön vertailumaiden (Suomi, Intia, Norja ja Tanska) vesihuollon toimintatapoja selvitettiin haastatteleamalla kunkin maan vesialan asiantuntijoita. Lopputuloksena saatiin tietoa näiden maiden veden laatuvaatimuksista, käyttötottumuksista sekä tulevaisuuden näkymistä. Esimerkiksi pelkästään Suomessa veden toimittajia (vesilaitoksia) on yli 1500 kappaletta ja niiden toimintamallit ovat erilaisia. Kaikilla on kuitenkin yhteinen päämäärä: tuottaa loppukäyttäjälle puhdasta juomavettä.

Vesi herättää Suomessakin useita kysymyksiä: Onko puhdas juomavesi kaikille suomalaisille itsestäänselvyys? Tarvitseeko kiinteistöjen käyttövesijärjestelmän kuntoa turvata vedenjakeluverkon aiheuttamilta ongelmilta? Onko Suomessa veden puhtaus ja sen saatavuus liian helppoa ja halpaa? Näitäkin asioita pohditaan tässä työssä.

Parannusehdotukset ja pohdinta -osioissa olevat mielipiteet ovat opinnäytetyön tekijän kokemusperäisiä, eivätkä minkään tahon, yrityksen tai laitoksen ajatuksia.

Suomella on rikkaus, josta moni muu maa voisi olla ja mahdollisesti tulevaisuudessa onkin kateellinen – nimittäin puhdas vesi ja mittavat vesivarannot.

## 2 VESIHUOLTO

### 2.1 Taustatietoa

Vedellä ja sen käytöllä on ollut ja on edelleen suora vaikutus ihmisen terveyteen. Mitä puhtaampaa vettä pystytään tuottamaan juomavedeksi ja peseytymiseen, sitä parempi on ihmisten terveydentila. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 16.)

Juomaveden puhdistaminen suodattamalla on vanha keksintö, ja sitä on harjoitettu jo antiikin ajoista lähtien. Varsinainen järjestelmällinen suodatus alkoi 1800-luvulla Englannissa ja Skotlannissa, jolloin siellä tehtiin isompia suodatinlaitoksia. Ongelmia aiheutti aluksi oikean tavan löytäminen, mutta 1850-luvulla englantilainen Witt löysi pitkällisen tutkimustyön tuloksena ratkaisun hidastussuodattuksesta. Sillä saatiin puhdistettua vedestä kiintoainetta ja myös vähennettyä liuenneiden aineiden määriä. Nykyaikaisten vedenkäsittelymenetelmien kehittymiseen ovat ratkaisevasti vaikuttaneet Pasteurin ja Kochin havainnot. He huomasivat, että bakteerit ovat kaikkein tuhoisimpia tautien levittäjiä ja, että bakteerit leviävät veden välityksellä. 1800-luvun lopulla Euroopassa riehui monia tuhoisia koleraepidemioita, jotka vahvistavat tutkimustuloksia siitä, että taudit leviävät veden välityksellä. Tuohon aikaan ihmiset käyttivät pitkälti suodattamatonta vettä. Vuonna 1894 Saksassa kiellettiin kokonaan puhdistamattoman pintaveden käyttö ja kehitettiin ensimmäiset versiot hidassuodattimista. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 17.)

Suodatusmenetelmät ovat kehittyneet valtavasti antiikin ajoista, mutta huoli veden laadusta on kulkenut mukana tähän päivään asti. Veden laatuvaatimusten kasvaessa myös paineet uusien vedenkäsittelymenetelmien löytämiseen ja käyttöönottoon ovat suuria. Uusimpia haasteita ovat veden kloorauksesta syntyvät mutageeniset aineet, jotka saattavat aiheuttaa syöpää. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 18.)

Kehitysmaiden vesihuoltoon tehtiin 1990-luvulla merkittäviä investointeja, joiden tavoitteena oli järjestää turvallinen juomavesi ja kunnolliset käymälät kaikille maapallon asukkailla. Panostuksista huolimatta valtaosa maailman ihmisistä juo edelleen mikrobiologisesti tartuntavaarallista vettä. Väestön voimakas kasvu (15 %) 1990-luvulla aiheutti sen, että rajuista investoinneista huolimatta maailmanlaajuinen vesihuollon tilanne heikkeni (taulukko 1). (Karttunen & Tuhkanen 2003, 18.)



TAULUKKO 1. Vesihuollon tilanne maapallolla vuosina 1990 ja 2000 (Karttunen & Tuhkanen, 18)

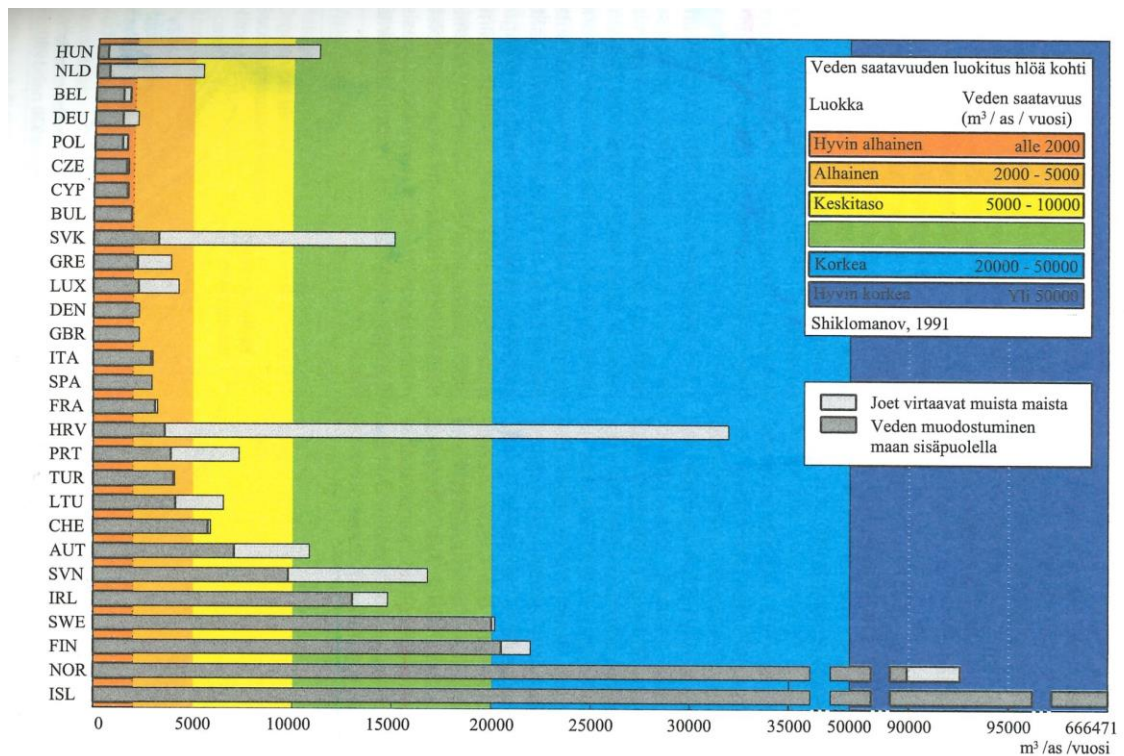
	Tilanne vuonna 1990 (väkiluku milj.)				Tilanne vuonna 2000 (väkiluku milj.)			
	Väkiluku	On	Ei ole	On (%)	Väkiluku	On	Ei ole	On (%)
Vesijohto								
kaupungit	2 292	2 179	113	95	2 845	2 672	173	94
maaseutu	2 974	1 961	1 013	66	3 210	2 284	926	71
yhteensä	5 266	4 140	1 126	79	6 055	4 956	1 099	82
Viemäri								
kaupungit	2 292	1 877	415	82	2 845	2 442	403	86
maaseutu	2 974	1 028	1 946	35	3 210	1 210	2 000	38
yhteensä	5 266	2 905	2 361	55	6 055	3 652	2 403	60

”Veden merkitys yleiseen terveydentilaan näkyy siinä, että joka päivä kuolee noin 50 000 ihmistä saastuneesta vedestä tai suoranaisesti veden puutteesta johtuviin sairauksiin.” (Karttunen & Tuhkanen 2003, 18.)

### 2.1.1 Vesi luonnonvarana

Vesi on maailmanlaajuisesti yksi tärkeimmistä luonnonvaroista sekä yksi eniten elintaso ja väestön kasvua rajoittava tekijä. Maapallolla on paljon vesistöjä, jotka voivat äärimmäisessä tilanteessa nousta turvallisuuspoliittiseksi kysymykseksi. 21 vesistöön kohdistuu jopa aseellisen konfliktin vaaraa. Vuonna 2003 oli 26 valtiolla vesivaroja alle kriittiseksi katsotun määrän. Suurin osa näistä maista oli Afrikassa, mutta joukossa oli myös Euroopan valtioita. Vesivarojen kriittinen raja-arvo on alle 1000 m<sup>3</sup>/asukas/vuosi. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 20.)

Vähäisellä vesivaralla tarkoitetaan alle 5000 m<sup>3</sup>/asukas/vuosi. Vähäisen vesivaran maita Euroopassa ovat muun muassa Belgia, Saksa, Puola, Tšekki, Kypros, Bulgaria ja Iso-Britannia sekä Itä-Euroopan maista Moldova ja Ukraina. Saksa on käynyt useita keskusteluja maiden kanssa, joilla on suuret vesivarannot. Kuvassa 1 esitetään talousvedeksi kelpaavan raakaveden saatavuus Euroopassa vuonna 1997. Osa maista (Unkari, Slovakia, Kroatia ja Portugali) ottavat suuren osan raakavedestään toiselta maalta. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 20.)



KUVA 1. Raakaveden saatavuus Euroopassa vuonna 1997 (Karttunen & Tuhkanen 2003, 21)

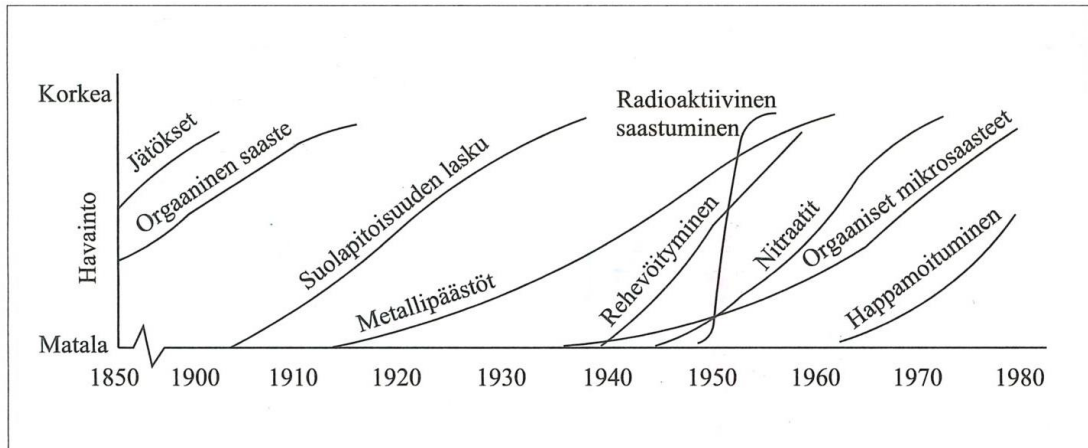
Vesistöjen, luonnon ja veden arvo ja arvostus kasvavat, mikäli ympäristön tila heikkenee tulevaisuudessa. Suomi on tähän asti ollut puhdas maa kansainvälisissä vertailuissa. Jos tämä tilanne säilyy edelleen, Suomen vesivarannot kiinnostavat monia maita. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 22.)

### 2.1.2 Ympäristönsuojelun merkitys vesistöille

Ihmisen päivittäiset valinnat vaikuttavat ympäristöön ja suoraan tai välillisesti myös veden laatuun ja määrään. Ihmisten välinpitämättömyys esimerkiksi roskien lajittelussa johtaa siihen, että siitä koituvat ympäristölle haitalliset vaikutukset näkyvät pitkän ajan kuluessa ja mahdollisesti kaukana haittojen syntypaikasta. Vesistöihin kohdistuvien ympäristöongelmien keskeisimmät syyt ovat suuri väestötiheys, tehokas maatalous ja laajakantainen teollisuus. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 22.)

Veden laadun heikentyminen useissa Euroopan teollistuneissa maissa johtuu lisääntyneestä veden, kasvinsuojeluaineiden ja lannoitteiden käytöstä sekä puutteellisesti hoitusta jätevedenkäsittelystä. Kuvassa 2 on esitetty 1800- ja 1900-luvun teollisuusmaiden

pahimmat veden laatua pilaavat tekijät. Aika haittojen syntymisestä niiden havaitsemiseen oli yleensä liian pitkä, ennen kuin epäkohtiin ehdittiin reagoimaan. Tämän seurauksena on monen ihmisen terveys vahingoittunut. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 23.)



KUVA 2. Teollisuusmaiden veden laadun häiritsevät tekijät eri aikakausina (Karttunen & Tuhkanen 2003, 22)

Ihminen ei ole aina syyllinen aiheutuneisiin ongelmiin, vaan maaperän tekijät aiheuttavat myös haittoja. Korkeat maaperän fluori-, rauta-, tai arseenipitoisuudet sekä mahdolliset luonnonilmiöt aiheuttavat ongelmia raakaveden laadulle. Pienteollisuuden, koti- ja maatalouksien jätevedet johdettiin pitkään vesistöihin, koska haja-asutusalueiden vesistöjen itsepuhdistumiskyky oli hyvä ja se kesti jätevesikuormat. 1980- ja 1990-luvuilla väestönkasvu oli nopeaa ja puhdistamattomien jätevesien kuormitus kasvoi yli vesistöjen vastaanottokyvyn kapasiteetin. Tästä aiheutui vesistöille suuria ongelmia, eivätkä vesistöt palautuneet ennalleen entiseen tapaan. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 23.)

Ylikuormituksen seurauksena saastuneet vedet imeytyvät maaperään, ja kun tähän lisätään maatalouden valumavesien mukana tulevat päästöt, tilanteet vesistöjen kannalta kehittyvät huonompaan suuntaan. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 25.)

Pahin vaikuttava tekijä pinta- ja pohjavesien laatuun on happamoituminen. Sen seurauksena veden metallipitoisuudet kasvavat, mikä haittaa vesistöjen ekologista tilaa. Jatkessaan pitkään happamoituminen hankaloittaa vedenhankintaa. Happamoitumisen vuoksi veteen alkaa liueta kobolttia, jonka lisääntyminen voi aiheuttaa levien räjähdysmäisen kasvun. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 25.)

Pintavesien muita yleisiä ongelmien aiheuttajia ovat muun muassa teollisuuden, asutuksen ja maatalouden jätevesipäästöt. Pohjavesien suurimpia haittatekijöitä ovat liikenteen ja maatalouden päästöt, teiden suolaus, kaatopaikat ja saastuneet maa-alueet. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 25.)

Ympäristönsuojelun merkitys vesistöille on niin nyt kuin tulevaisuudessakin hyvin tärkeä asia. Monia haittatekijöiden syntyä pystytään ennaltaehkäisemään; veden laadun turvaaminen maailmanlaajuisesti vaatii kansainvälistä yhteistyötä. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 25.)

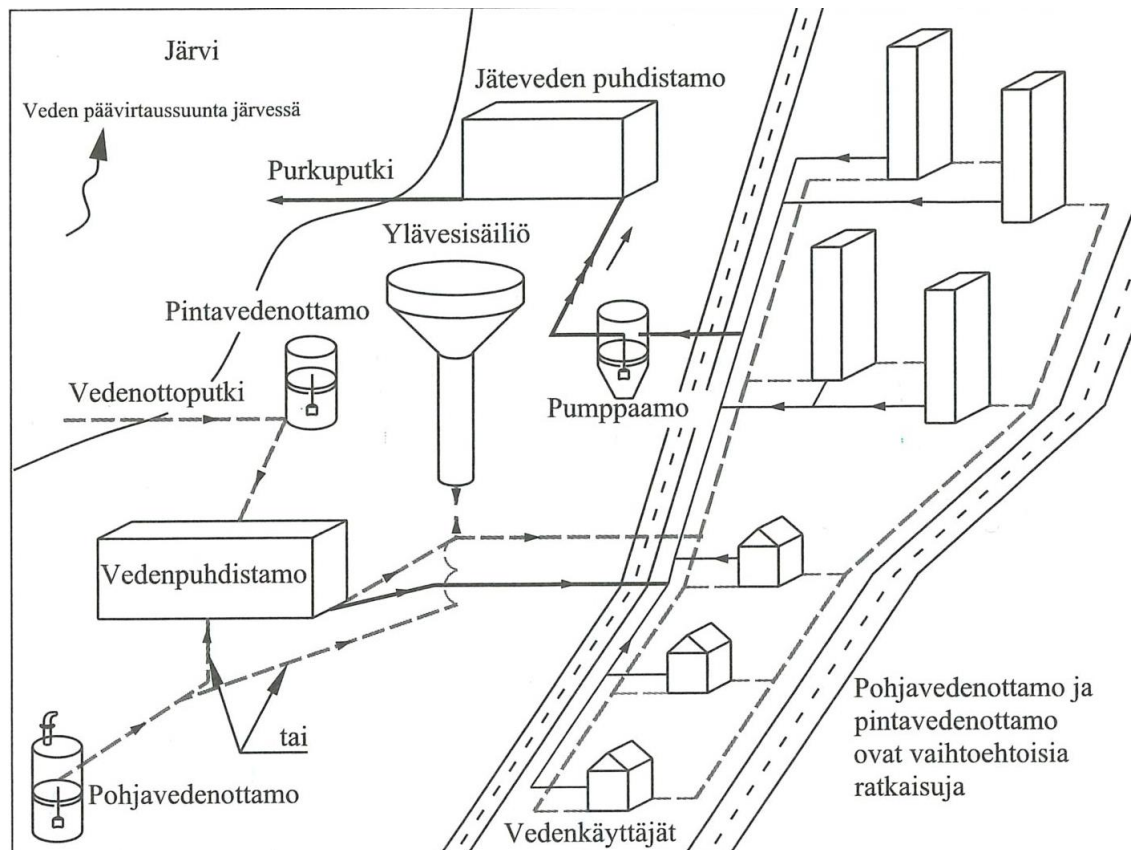
## **2.2 Veden käyttö ja tarve**

Vettä käytetään yhdyskunnassa juomavetenä, ruoan laitossa, kiinteistöjen huollossa, pihojen ja puutarhojen hoidossa, teollisuudessa, uimahalleissa, palonsammutuksessa, jätteen käsittelyssä. Moni näistä käyttötarkoituksista vaikuttaa jollain lailla veden laatuun. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 15.)

”Vedellä on tärkeä ja välitön merkitys terveydellisenä tekijänä.” (Karttunen & Tuhkanen 2003, 15). Laadukkaan veden tarve on kasvanut viime vuosituhannen loppua kohden, kun on saatu tutkimustietoa vedessä olevista haitta-aineista, jotka mahdollisesti vaikuttavat haitallisesti terveyteen. Terveellisen juomaveden saatavuuden haasteeksi maailman laajuisesti ovat tulleet teollisuuden sekä väestön kasvu. Mahdollinen veden saannin keskeytyminen haittaavat suuresti yhdyskunnan useita toimintoja, eikä vettä aina ole mahdollista korvata toisella aineella. Tämän takia yhdyskunnan veden saatavuus on pyrittävä aina asettamaan etusijalle. Luonnonkatastrofien, terrorismin tai sodan katkaistaessa veden saannin pidemmäksi aikaa näkyvät vaikutukset nopeasti yleisen terveydentilan heikkene-  
misenä, koska järjestetyn vedenjakelun sijasta joudutaan turvautumaan huonolaatuisiin vesilähteisiin. Yhdyskunnan näkökulmasta vettä pitää aina olla riittävästi ja sen on täytettävä sille asetetut laatuvaatimukset. Veteen liittyvissä asioissa osana ovat aina terveysvaikutukset, jolloin yhdyskunnallisesti tehtävissä ratkaisuihin tämä näkökanta nousee taloudellisten perusteiden yläpuolelle. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 15.)

### 2.3 Vesihuollon merkitys

Vesihuoltoon kuuluvat veden hankinta (vesilaitos) ja jäteveden poisjohtaminen (viemäri-laitos) (kuva 3) (Karttunen & Tuhkanen 2003, 16).



KUVA 3. Vesi- ja viemärilaitoksen yleiskaavio (Karttunen & Tuhkanen 2003, 16)

Vesihuolto on toteutettava koko yhdyskuntaa tukevana hankkeena, jolloin se palvelee kaikkia vedentarvitsijoita tasapuolisesti ja mahdollisimman pienin rajoituksin. Yhdyskuntarakenteen pitää olla yhtenäinen ja tasalaatuinen, jotta kaikille pystytään tarjoamaan tasapuolista palvelua. Vesihuollon rakenteelliset ja veden hankinnan haasteet ovat olleet haja-asutusalueilla, joiden tilannetta on 1980- ja 1990-luvuista lähtien saatu huomattavasti parannettua. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 15–16.)

### 2.4 Vesihuolto Suomessa

Suomessa vesihuollon tavoitteena on tuottaa käyttökelpoista vettä kaikille käyttäjille. Tähän liittyy tärkeänä osana myös jätevesistä huolehtiminen ja niiden käsittely sekä palauttaminen takaisin vesistöihin. (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 229.)

Suomen ensimmäinen vesilaitos aloitti toimintansa Helsingissä 1876, se käytti luvussa 2.1 kerrottua hidassuodatusta. Raakavesi otettiin Vantaanjoesta. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 18.)

Veden laatua on alettu Suomessa valvoa 1960-luvulla, ja vuonna 1965 on säädetty terveydenhoitolaki. Lääkintöhallitus antoi tämän lain perusteella ensimmäiset suositukset veden laadusta vuonna 1967. Jatkuva veden laadun seuranta alkoi heti seuraavana vuonna 1968. Mikrobiologinen laatu oli 5–10 % tutkituissa näytteissä puutteellista 1970-luvulla ja mihin puututtiin vasta vuonna 1980, kun lääkitöhallitus antoi talousvedelle entistä tiukemmat laatuvaatimukset ja tavoitteet. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 19.)

Yksi talousveden laatuongelmista 1980-luvulla oli mutageenisuus, joka johtuu pintavesien suurista humuspitoisuuksista, myrkyllisestä sinilevästä sekä samaan aikaan käytössä olleesta veden kloorauskäytännöstä. Niillä paikkakunnilla, joilla veden laatuongelmia esiintyy, on siirrytty tai ollaan siirtymässä parempiin raakavesilähteisiin. Pintavesilaitokset siirtyvät käyttämään tekopohjavettä, ja jos tämä ei ole mahdollista, laitoksen vedenkäsittelyä on uusittu kaikkein nykyaikaisimpiin menetelmiin. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 19.)

Yleisimmät laatuongelmat pohjavesissä ovat suuret rauta- ja mangaanipitoisuudet sekä happamuus, joka syövyttää vedenjakelulaitteita. Vesilaitokset alkoivat 1970-luvun lopulla käyttää alkalointia vedenkäsittelyssä, mikä vähensi veden rautapitoisuutta. Vesi- ja ympäristöhallituksen tilaston mukaan vuonna 1987 noin 500 vesilaitosta käytti alkalointia. Vesijohtovedestä löytyi vuonna 1980 koliformisia bakteereita 3 % pohjavesilaitosten ja 8 % pintavesilaitosten vesinäytteistä. 1980-luvun lopussa bakteerien määrä oli laskenut 1 % pohjavesilaitosten näytteistä. Laadun paraneminen näkyy myös epidemioiden vähenyneinä määrinä. Vuosina 1981–1989 ei havaittu yhtään yleisen vesilaitoksen jakaman veden aiheuttamaa epidemiaa. Tarkasteltaessa kaikkia järjestetyn vesihuollon piirissä olevia vesilaitoksia vuosien 1980–1998 välisenä aikana raportoitiin Suomessa 38 mikrobi-peräistä epidemiaa, joissa sairastui yli 20 000 ihmistä. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 19–20.)

Vesihuollon viimeisintä kehitystä edustaa uusien puhdistusmenetelmien, otsonoinnin ja aktiivihiihluodatuksen, käyttöönotto. Otsonoinnilla saadaan vedestä suodatettua väri-, haju- ja makuhaitat ja orgaaninen aine, otsonointi pystyy myös toimimaan desinfioinnin

apuna. Tulevaisuudessa puhdistusmenetelminä nähdään mahdollisesti erilaisia kalvotekniikoita, esimerkiksi nanosuodatusta. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 20.)

Suomen ensimmäiset jätevesipuhdistamot rakennettiin Lahteen ja Helsinkiin vuonna 1910. Ne perustuivat saostuskaivon ja sepelisuodattimen käyttöihin. Nykyisistä puhdistamoista yli 90 % on biologis-kemialliseen toimintaan perustuvia laitoksia. Ne puhdistavat fosforin ja orgaanisen aineen yli 90 % varmuudella. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 20.)

Suomalaiset olettavat automaattisesti, että vakituiseen asumismuotoon kuuluu järjestetty vesihuolto. Varsinkin kaupunkialueella asukkaat kiinnittävät vesihuoltoon huomiota vasta, kun veden paine laskee alle vaaditun tason tai vedenjakelussa on laadullisia tai määrällisiä muutoksia. Haja-asutusalueilla vesihuoltoon kiinnitetään paljon kaupunkeja enemmän huomiota, koska asukkaiden omilla päätöksillä on suurempi merkitys heidän asumiseensa. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 26.)

Suomalaiset arvostavat sitä, että vettä on riittävästi. Vasta toisena tulee veden laatu. Suomessa on hyvä veden laatu ollut ihmisille niin pitkään itsestäänselvyys, että maallikon on vaikea erottaa ulkoisten tekijöiden perusteella vedessä olevia mahdollisia terveyshaittoja. Esimerkiksi muualla Euroopassa on vuosia jouduttu kiinnittämään veden laatuun paljon enemmän huomiota, jolloin laatu on noussut veden riittävyyden kanssa tärkeimmäksi ominaisuudeksi. Suomessa huomioidaan varmasti tulevaisuudessa entistä paremmin myös veden laatutekijät. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 26–27.)

Suomen talouksista noin 90 % saa vuonna 2017 talousvetensä vesihuoltolaitosten verkostoista. Viemäroinnin ja keskistetyn jätevedenkäsittelyn piirissä on noin 85 prosenttia maamme asukkaista. (Silfverberg 2017, 1.)

### **3 VEDEN LAATU**

Tässä luvussa selvitetään Suomen lain määrittelemiä talousveden laatuvaatimuksia ja -suosituksia (liite 1). Luvussa 5 on selvitetty Intian, Tanskan ja Norjan juomaveden laatuvaatimuksia, jotka voivat poiketa Suomen määrittelyistä.

#### **3.1 Veden laatuvaatimukset**

Suomessa vesilaitoksen toimittaman veden tulee kaikissa tilanteissa olla terveydelle vaaratonta ja teknisesti hyväksyttävää. Laatuvaatimukset voidaan jakaa kolmeen kategoriaan seuraavasti:

- hygieeniset laatuvaatimukset
- esteettiset laatuvaatimukset
- tekniset laatuvaatimukset. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 42.)

##### **3.1.1 Hygieeniset laatuvaatimukset**

Veden hygieenisyydellä halutaan, ettei vedessä ole terveydelle tauteja aiheuttavia mikrobeja tai myrkyllisiä aineita. Veden desinfioinnin kannalta näiden arvojen pitää olla mahdollisimman alhaisia. Terveysvaatimuksissa esitetään suositusarvot mikrobiologisille vieraille aineille. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 42.)

Veden hygieenisuus on erittäin tärkeää, koska mitä suuremmasta vesilaitoksesta on kysymys, sitä suuremman ihmismäärän terveyteen on vesilaitoksen vedenottamon tai vedenkäsittelylaitoksen välillisesti mahdollista vaikuttaa. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 42.)

##### **3.1.2 Esteettiset laatuvaatimukset**

Veden esteettisyys kertoo käyttäjälle sellaiset veden visuaaliset ja aistein havaittavat ominaisuudet kuin haju, näkö, väri, sameus ja lämpötila. Nämä arvot ovat toissijaisia verrattuna veden terveydellisiin ominaisuuksiin, mutta esteettisyys silloin, kun ongelmia esiintyy, antaa vedenkäyttäjille mahdollisuuden arvostella vedentoimittajan toimintaa ja luoda heille huonoa mainetta. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 42.)



### 3.1.3 Tekniset laatuvaatimukset

Teknisten vaatimusten tulee olla sellaiset, että niiden täytyessä vesi on niin hyvää, että se ei syövytä, tuki tai muuten vahingoita vedenkäyttäjän vesilaitteita tai vesijohtoja. Vesijohtoverkko on vesilaitoksen arvokkain osa. Hyvällä veden laadulla sekä huolellisella verkon ylläpidolla se saadaan pysymään pitkäikäisenä. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 42.)

### 3.1.4 Talousveden laatu

Sosiaali- ja terveysministeriö on säätänyt 27.10.2017 asetuksen (683/2017) talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (liite 1). Asetus koskee terveydensuojelunlain 16. §:ssä tarkoitettua vettä, jota käyttää vähintään 50 henkilöä tai vettä toimitetaan vähintään 10 m<sup>3</sup> päivässä. Sama asetus koskee myös elintarviketeollisuudessa yrityksiä, jotka käyttävät vettä ihmisille tarkoitettujen tuotteiden tai aineiden valmistuksessa, jalostuksessa, säilytyksessä ja markkinoille viennissä tai veden jakelua talousvetenä osana julkista tai kaupallista toimintaa. Talousveden pitää täyttää liitteessä 1 esitetyt vähimmäisvaatimukset. Veden toimittajan vastuu päättyy kiinteistön vesijohdon liittymiskohtaan. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 248; 683/2017.)

### 3.1.5 Rakennusmääräyskokoelma D1 ja uudet asetukset

Rakennusmääräyskokoelma D1 määrää, että kiinteistön veden pitää olla vaaratonta eikä se saa aiheuttaa terveydellistä haittaa veden käyttäjälle. Veden määrän on riitettävä kiinteistön käyttötarkoituksiin nähden. (D1 2007, 6.)

Kiinteistöön johdettavan veden laadun pitää D1:n määräyksen mukaan myös täyttää talousvedelle asetetut laatuvaatimukset. D1 ohjeistaa selvittämään veden laadun, jos talousvesi hankintaan muualta kuin vesilaitoksen toimittamana. (D1 2007, 6.)

”Rakentamista koskevat asetukset uudistetaan vuoteen 2018 mennessä vuonna 2013 voimaan tulleen maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen (958/2012) mukaisesti.” (Ympäristöministeriö 2016). Uudistuvat asetukset (Asetusluonnos kiinteistöjen vesi- ja viemäri-laitteistoista 2017) koskevat myös kiinteistöjen vesi- ja viemäri-laitteistoja. Veden laadulle on asetusluonnoksessa annettu 4. §:

Kiinteistön vesilaitteistoon johdettavaksi aiotun veden laadun on oltava erityissuunnittelijan tiedossa laitteiston teknistä suunnittelua ja eroosiokorroosion välttämistä varten. Kiinteistön vesilaitteistoon voi johtaa vain talousvedelle asetetut laatuvaatimukset täyttävää vettä. Kiinteistön vesilaitteistosta otettava vesi ei saa vaarantaa terveyttä eikä vedessä saa olla maku- tai hajuhaittoja.

### 3.2 Veden laadun valvonta

Veden laatua valvotaan tutkimalla säännöllisesti niin raakavettä kuin jakeluun lähtevää vettä. Laatua tarkkaillaan veden alkulähteestä asti, jotta voidaan varmistaa, ettei pohjavesiintymään ole päässyt mukaan öljyä tai haju- tai makuaineita. (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 640.)

Pohjaveden tilaa seurataan korkeuden havaintoputkillla. Samalla otetaan näytteet myös pohjaveden laadusta. Pohjaveden laatu muuttuu yleensä hyvin hitaasti, joten näytteiden seurantaväli on usein 1–2 kuukautta. (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 640.)

Raakaveden tullessa pintavesistöistä on veden laatua seurattava myös varsinaisen vedenottamoalueen ulkopuolella. Näytteiden seurantatiheys määräytyy vesistön luonteen perusteella. Kiinnostuksen kohteena ovat vesistön kelpoisuusluokkaan vaikuttavat tekijät. (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 640.)

Normaalisti pohjavesilaitoksissa raakavedestä ja lähtevästä vedestä tutkitaan kerran viikossa pH, aggressiivinen hiilidioksidi, happi, mangaani ja rauta (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 640).

Pintavesilaitosten raakavedestä tutkitaan viikoittain pH,  $\text{KMnO}_4$ -kulutus, alkaliniteetti ja väri. Päivittäistä seurantaa suositellaan suuremmissa laitoksissa ja jokivesistöjen olleessa kyseessä. Lähtevästä vedestä tutkitaan pH,  $\text{KMnO}_4$ -kulutus, kloorijäännökset, väri, haju ja maku. Lähtevän veden laadun seurantaa pitäisi tehdä niin usein, että veden laatua koskevien valituksien yhteydessä pystytään heti kertomaan, millainen vesi laitokselta on kulloinkin lähtenyt. Seurannan olisi hyvä olla mahdollisimman suurelta osin automatisoitu. (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 640.)

### 3.3 Vedenkäsittely

Raakavesi harvoin täyttää vesijohtovedelle asetetut vaatimukset, ja tämän vuoksi vesi on käsiteltävä ennen johtamista jakeluverkostoon. Vedenkäsittely mahdollistaa hyvin huonostakin raakavedestä tehtävän lähes kaikki vaatimukset täyttävää juomavettä. Lopputulos riippuu siitä, kuinka paljon kaupunki tai kunta on valmis investoimaan laitteisiin, jotta saadaan vaatimusten tasoista vesijohtovettä. Yleiseen kulutukseen jaettavaan veteen jää vielä teollisuuden ja asuinkiinteistöjen jätevesien sekä maa- ja metsätalouden kemikaalijäämiä, joita ei pystytä poistamaan eikä niiden mahdollisista terveysvaikutuksista tiedetä. Suositus onkin käyttää mahdollisimman luonnontilaisia raakavesilähteitä. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 43–44.)

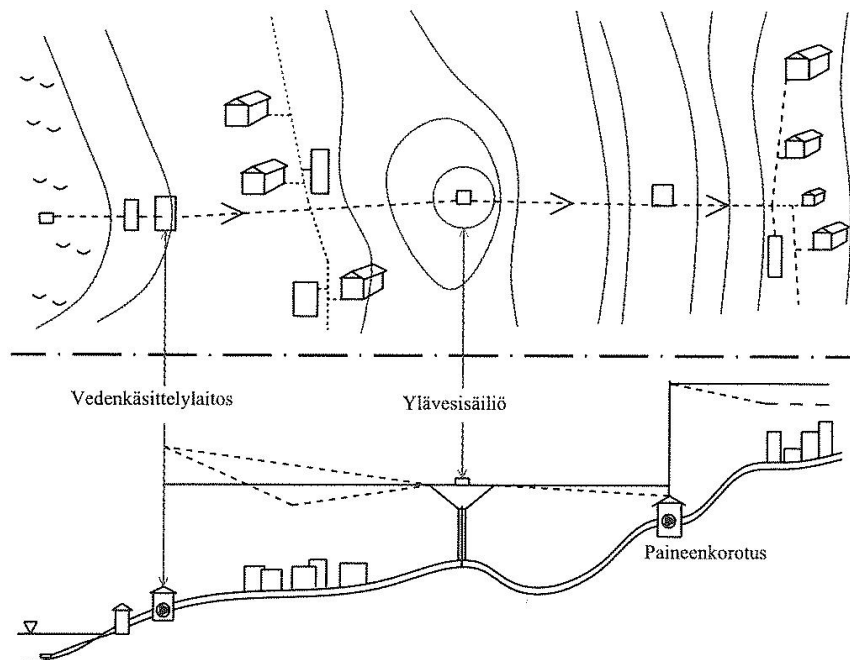
Jos raakavesi tulee pintavesistä, voidaan pitää oletuksena, että siinä on bakteereita ja viruksia. Pintavesi pitää vesilaitokselta lähtiessä aina desinfioida. Eikä siinä saa olla orgaanisia aineita. Nykypäivänä desinfiointimenetelminä käytetään UV-säteilyä, otsonointia ja kloorausta. Orgaaniset aineet desinfiotavassa vedessä synnyttävät terveydelle haitallisia sivutuotteita sekä lisäävät veden mutageenisuutta. Klooria lisätään kaikkeen pintavesilaitokselta lähtevään veteen, vaikkakin se olisi jo UV-säteilyllä desinfioitu. Kloorilla turvataan veden lopullinen hygieenisuus. Normaali kloorin lisäys on 0,5–1,5 mg/l. Vaihtoehtoa kloorille ei ole löydetty. Pintaveden aistein todettavat viat ovat veden aggressiivisuus sekä humus, joiden takia vesi on käsiteltävä poikkeuksetta. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 44.)

Pohjavesi puolestaan ei vaadi jatkuvaa desinfiointia, koska se on hyvin suojattu laatuhaaroilta ja sitä valvotaan hyvin tarkasti. Pohjavesilaitosten hygieeniset terveysongelmat ovat aiheutuneet veden likaantumisesta, kun vesijohtoverkko on rikkoontunut. Pienillä pohjavesilaitoksilla ei yleisesti ole desinfiointiin laitteistoa, mikä nostaa epidemiariskin hyvin suureksi. Pohjavesi pitää lähes aina käsitellä ennen jakeluverkostoon johtamista, koska yleensä pohjavesi on putkistoa syövyttävää. Tämä johtuu korkeista rauta- ja mangaanipitoisuuksista. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 44.)

### 3.4 Veden jakeluverkko

Jakeluverkot pyritään rakentamaan sellaisista materiaaleista, että veden laatu ei kärsi materiaalien takia. Suurin ongelma veden laadun kannalta syntyy, kun putkimateriaalista liukenee veteen esimerkiksi rautaa tai sinkkiä. Veden laatu heikkenee ja putken seinämä syöpyy. Korroosion nopeus määrittelee putkimateriaalin kestoiän. Parhaaseen lopputulokseen päästään, kun jakeluverkostoon syötettävä vesi käsitellään ja putkimateriaalit ovat mahdollisimman kestäviä. Taloudellisesti ei ole mahdollista käyttää täysin ruostumattomia materiaaleja, koska jakeluverkostoa on paljon ja parhaalla mahdollisella materiaalilla tehtynä verkoston rakentamiskustannukset nousisivat liian korkeiksi. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 44.)

Jakeluverkosto suunnitellaan niin, että verkon veden painetasot takaavat riittävän veden määrän kaikille käyttäjille. Veden käyttö eri vuorokauden aikoina vaihtelee huomattavasti. Lisäksi tähän vaikuttaa yhdyskunnan koko. Käyttäjille taataan riittävä veden saanti pitämällä verkon veden paine jatkuvasti kaikkien käyttöpisteiden yläpuolella (kuva 4). (Karttunen & Tuhkanen 2003, 45.)



KUVA 4. Vesilaitoksen toimintaperiaate (Karttunen & Tuhkanen 2003, 45)

Vedenkäsittelylaitos tuottaa normaalin käytön aikana vettä tasaisella virralla, ja käyttöpiikkien aikana kuormitusta pitää pystyä tasaamaan. Ylä- tai alavesisäiliö on tähän tarkoitukseen suunniteltu kulutushuippujen tasaaja. Vesisäiliöitä pystytään hyödyntämään myös sähkönjakeluhäiriöiden aikana ja käyttämään palonsammutuksen vesivarastoina. (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 331)

Jakeluverkko jaetaan omiin painevyöhykkeisiin, kun alueen korkeuserot ovat suuria. Poikkeavan korkeat rakennukset muodostavat oman painevyöhykkeen, jonka koon mukaan on alueella joko yläsäiliö tai painesäiliöllä varustettu paineenkorotuspumppaamo. Painevyöhykkeissä vesi siirretään aina alhaalta ylemmäksi energian säästämiseksi. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 45.)

### **3.5 Vedenhankinta**

Vesilaitosten paineverkosto mahdollistaa sen, että jakeluverkon toiminta on riippumattonta alueiden korkeuseroista ja että putkivuotojen yhteydessä veden virtaussuunta on putkesta ulospäin. Jakeluverkon, vedenhankinta- ja käsittelylaitteiden kapasiteetti määritellään alueen veden ominaiskäytön ja asukasluvun mukaan. Vedenkulutuksesta käytetään termiä ominaiskäyttö, joka tarkoittaa vesimäärää vuorokaudessa asukasta kohden. Taulukosta 2 käy selville 1970–1990-lukujen Suomen kaupunkien vesilaitosten liittymisprosentti ja ominaiskäytön kehittyminen. Liittymisprosentilla tarkoitetaan sitä osuutta yhdyskunnan asukkaista, jotka ovat vesilaitoksen jakeluverkon piirissä. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 46.)

TAULUKKO 2. Suomalaisen vesilaitosten liittymisprosentin, ominaiskäytön ja asukasluvun kehittyminen vuosina 1970–1990-luvuilla (Karttunen & Tuhkanen 2003, 47)

	Asukasluku 1000 as			Liittymis-% vesijohto			Ominaiskäyttö l/asd			Vesijohtoa m/as	
	-70	-80	-90	-70	-80	-90	-70	-80	-90	-70	-90
Helsinki	517	484	491	99	97	99	404	372	322	1,6	2,5
Vantaa	80	132	155	44	83	88	214	262	263	4,6	4,1
Tuusula	17	22	27	38	52	89	370	278	198	9,4	9,6
Turku	153	164	159	100	97	97	350	350	320	2,3	4,6
Rauma	26	31	30	90	92	97	348	320	273	4,7	4,3
Raisio	14	18	21	60	80	87	167	281	231	7,1	9,8
Maarianhamina	8	10	10	93	99	95	253	303	303	6,3	15,6
Tampere	156	166	173	95	96	95	293	218	304	2,7	3,7
Hämeenlinna	38	42	43	90	88	91	356	349	397	4,4	6,8
Nokia	19	24	26	82	86	87	260	315	273	5,9	6,1
Lappeenranta	51	54	55	60	83	80	452	295	328	5,0	6,9
Kotka	34	61	57	90	86	92	356	345	363	3,3	6,1
Kuusankoski	22	22	22	66	86	82	300	243	239	8,0	10,3
Mikkeli	29	28	32	100	98	98	265	316	296	3,0	5,1
Heinola	14	16	16	78	94	94	242	289	214	4,3	6,6
Mikkelin mlk	12	13	12	16	42	54	355	172	136	8,0	7,2
Joensuu	37	45	48	84	95	95	267	260	254	3,7	6,1
Liperi	11	11	12	22	39	72	444	333	267	13,0	35,9
Kuopio	64	75	81	83	88	90	310	321	274	2,3	4,0
Iisalmi	20	23	24	58	70	82	275	265	260	4,7	10,4
Leppävirta	13	12	12	19	50	63	279	194	178	11,0	8,4
Jyväskylä	57	64	66	93	99	100	363	370	349	2,7	4,4
Laukaa	13	14	16	23	56	72	198	319	159	11,0	10,1
Jämsä	13	13	13	48	72	81	298	201	282	13,0	14,4
Vaasa	48	54	53	99	99	100	334	340	311	3,1	6,2
Seinäjoki	20	25	28	79	98	97	519	251	365	5,8	7,2
Lapua	15	15	15	55	85	96	275	486	251	22,0	38,8
Oulu	82	94	102	100	99	99	319	378	326	3,5	6,2
Kajaani	20	35	36	100	83	90	282	288	262	2,9	8,7
Kuhmo	14	14	13	30	50	68	104	287	219	5,7	12,2
Kemi	27	27	25	100	97	100	209	349	360	3,6	6,9
Rovaniemi. mlk	18	18	21	22	52	76	353	385	335	14,0	39,9
Salla	9	7	6	24	28	49	74	270	202	3,7	16,1

Aikaisemmin tässä työssä on jo otettu kantaa raakaveden laatuun. Vesilaitoksilla on harkinnan mukaan mahdollisuus tehdä vedenotto joko pinta- tai pohjavesistä. Pohjaveden edut ovat kiistattomat, ja se kannattaa aina valita raakaveden lähteeksi, jos vain mahdollista. Pohjavedellä on niin monia etuja verrattuna pintavesiin:

- Pohjaveden laatu on huomattavasti pintavettä parempaa ja sen laatu ei koe suuria vaihteluita vuodenaikasta riippumatta.
- Pohjavedessä ei yleisesti ole terveydelle haitallisia bakteereita tai viruksia, jolloin ei tarvita desinfiointia ja jolloin pohjaveden laadun parantaminen jakelun vaatimukset täyttäväksi on yksinkertaisempaa kuin pintaveden.

- Pohjavettä on pintaveteen verrattuna kesällä miellyttävämpi käyttää sen viileyden takia ja talvella pohjaveden lämpö estää putkivaurioiden syntymisen, kun vesi ei pääse jäätymään.
- Pohjavesi ei ole yhtä herkkä likaantumiselle kuin pintavedet sekä pohjavesi on hyvin suojattu radioaktiiviselta laskeutumalta. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 46–47.)

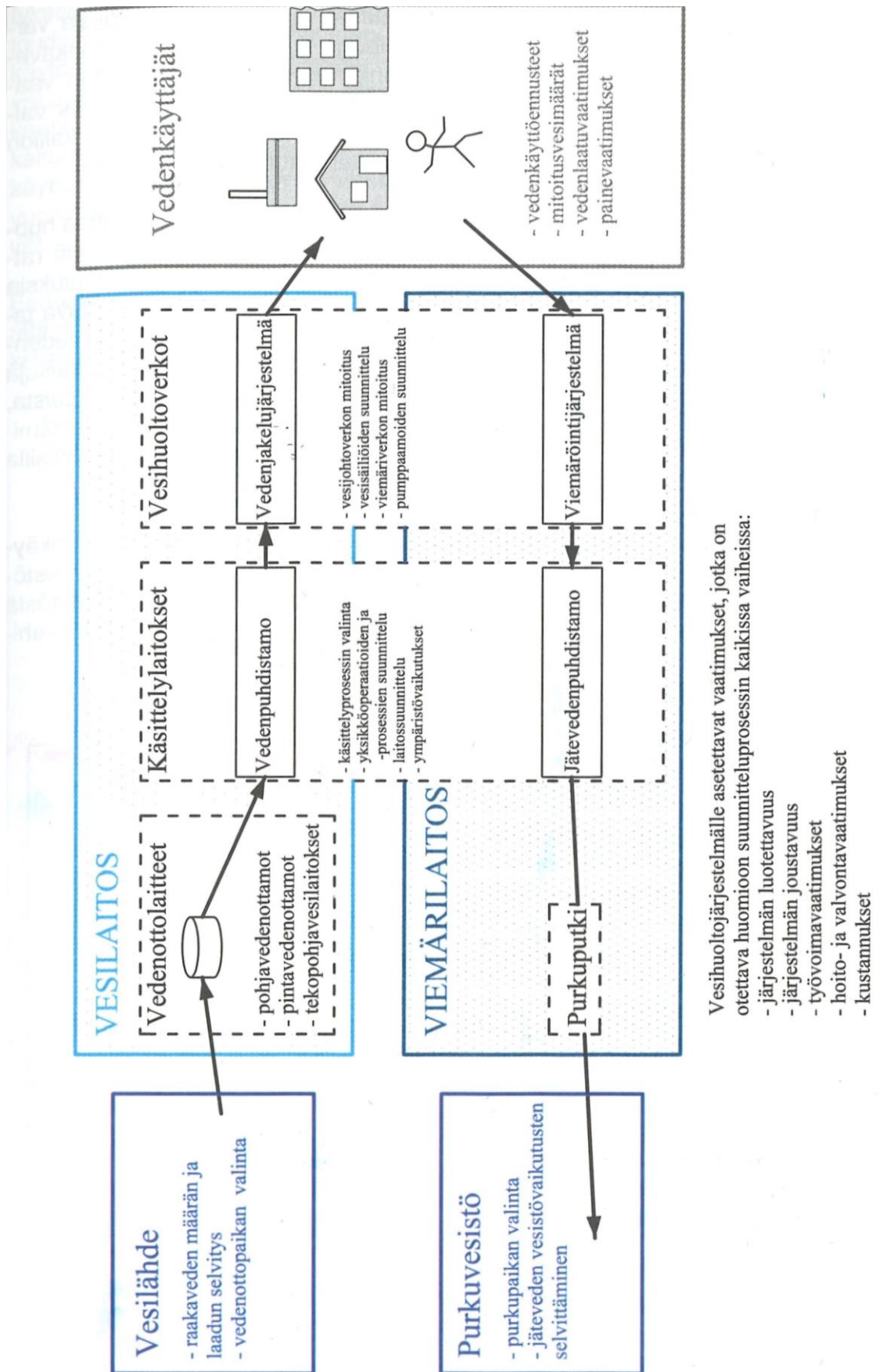
Pintaveden käyttöön pitää siirtyä, kun pohjavesi on pilaantunut tai sitä ei ole riittävästi tarpeisiin nähden. Pintavesien valinnassa pitää huomioida vesistöjen suojaamismahdollisuudet sellaisilta sitä pilaavilta tekijöiltä kuin teollisuuden ja maatalouden jätevedet. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 46–47.)

## **4 VESIJOHTOVERKOT**

### **4.1 Suunnittelun pääkohdat**

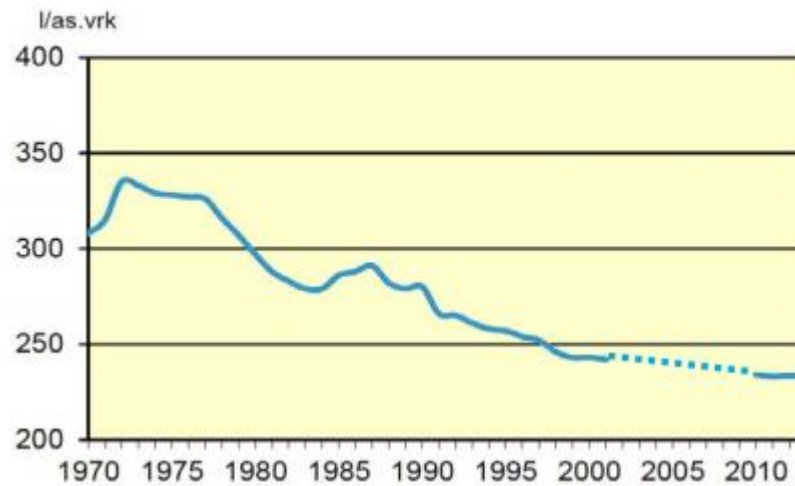
Vesihuollon suunnittelun päätavoite on saada toteutettua kokonaisuus, jolla pystytään tuottamaan lakien ja asetusten mukaista vettä niin ylläpitäjille kuin loppukäyttäjillekin. Suunnittelun päätöksentekoprosessi on kaksivaiheinen. Ensin tarkastellaan vaatimuksia ja rajoitteita, jotka kohdistuvat vesistöön, vesimääriin ja veden laatuun. Toinen vaihe on valita kohteen järjestelmät sekä käytettävät käsittelyprosessit. Onnistuneen suunnittelun tärkeimpiä lähtökohtia on raakaveden määrän ja laadun määrittely. Tämä vaikuttaa suoraan vedenkäsittelymenetelmien valintaan ja vesilaitoksen kokoon. Suunnittelun eri osat on esitetty hyvin havainnollisesti seuraavan sivun kuvassa 5. (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 230.)





KUVA 5. Vesihuollon suunnittelun eri osa-alueet (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 235)

Veden käytön merkitys on tärkeä osa suunnittelua. Veden ominaiskäytön kasvu Suomessa jatkui aina 1970-luvun alkupuolelle asti ja pysähtyi noin 340 litraan/asukas/vuorokausi. Veden kulutus on laskenut vuosina 1970–2013 noin 230 litraan asukasta kohden vuorokaudessa (kuva 6). (Silfverberg 2017, 2.)



KUVA 6. Veden ominaiskäytön kehitys Suomessa 1970–2010 (Silfverberg 2017, 2)

Ominaiskäyttöön vaikuttavat yhdyskuntien asukasmäärät, jolloin isoissa kaupungeissa käyttö on suurempaa. Jakeluverkon ikääntyessä ominaiskäyttö kasvaa, koska verkoston vuodot lisääntyvät. Muihin maihin ei Suomen ominaiskäyttöä voi suoraan verrata, koska esimerkiksi Keski-Euroopassa yleisesti veden käyttö on vähäisempää ja Yhdysvalloissa taas huomattavasti suurempaa. Veden talouskäytön jakaantuminen on esitetty taulukossa 3. (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 240.)

TAULUKKO 3. Veden talouskäytön jakaantuminen (litraa/asukas/vuorokausi) (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 240)

Vedenkäyttöpaikka	l/as-d	% kokonaiskäytöstä
WC	40	25,8
Kylpy/suihku	58	37,4
Pesuallas	20	12,9
Ruuanvalmistus	7	4,5
Puhtaanapito	5	3,3
Pyykinpesu	25	16,1
Yhteensä	155	100,0

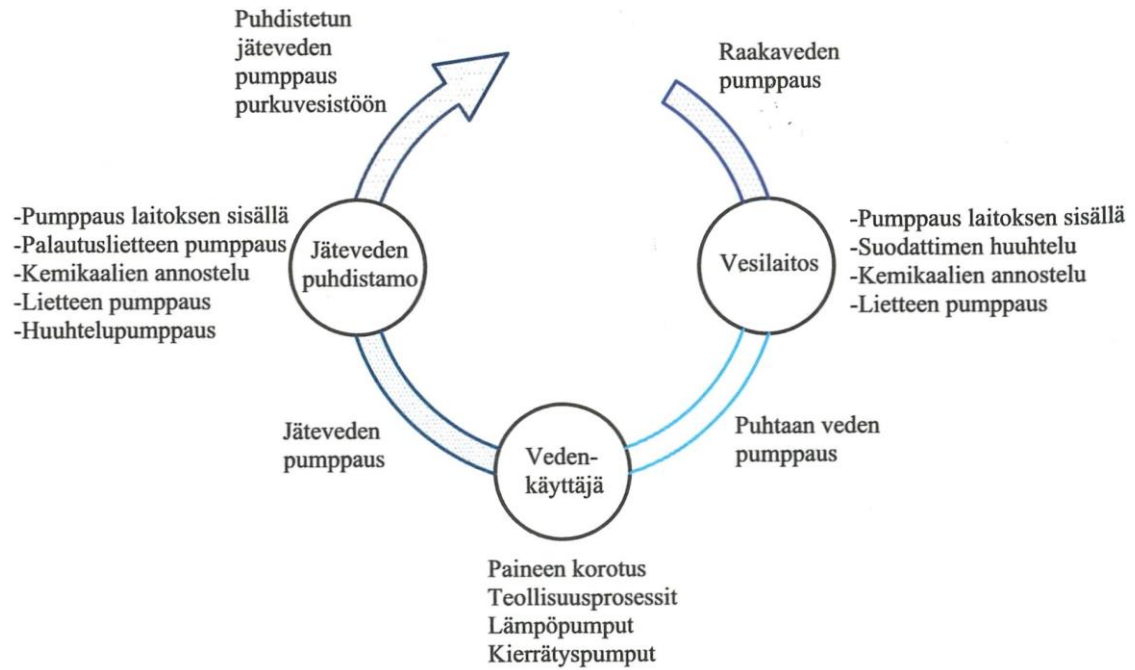
Talouskäytön osuus koko veden käytöstä on noin 75 % ja loppu koostuu palvelutoimintojen osuudella, joka on esitetty taulukossa 4 (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 241).

TAULUKKO 4. Julkisten ja palveluslaitosten veden käyttöarvot (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 241)

Käyttäjät	Yksikkö	Vedenkäyttö yksikköä kohti (l/yksikkö-d)		*)Huipputunti/ (keskimääräinen tuntikulutus)
		Vaihteluväli	Tyypillinen arvo	
Julkkiset laitokset				
*)Sairaalat, tavallinen mielisairaala	Vuodepaikka Työpaikka Vuodepaikka Työpaikka	490...980 20...55 30...565 20...55	560 40 450 40	
*)Koulut, peruskoulu sisäoppilaitos	Oppilas Oppilas	55...115 190...375	95 280	
*)Vankila	Vanki Työpaikka	300...565 20...55	450 40	
*)Hoitokoti	Asukas Työpaikka	20...450 20...55	340 40	
Kaupalliset palvelut				
*)Toimistorakennukset	Työpaikka	30...75	55	2,50...5,00
*)Hotellit	Asiakas Työpaikka	150...225 30...50	190 40	1,40...3,50
*)Ravintola	Asiakas	30...40	35	
*)Ostoskeskus	Pysäköintipaikka Työpaikka	4...10 30...50	8 40	2,50
*)Leirintäalue	Asiakas	75...150	110	
*)Asuntovaunualue	Asuntovaunu	280...565	470	
*)Yleinen käymälä	Käyttäjä	11...20	20	

\*) Arvot on pyöristetty lähimpään 5 litraan lukuun ottamatta ostoskeskuksen keskimääräistä vedenkulutusta.

Vesijohtoverkon vesi siirretään pumppaamalla, jonka avulla myös luodaan ja ylläpidetään riittävä paine loppukäyttäjien vesipisteissä. Pumppujen tehtävä vesi- ja viemärlaitoksissa on nostaa vettä alemmalta tasolta ylempälle. Kuvassa 7 on havainnollistettu eri käyttökohteet. (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 248–249.)



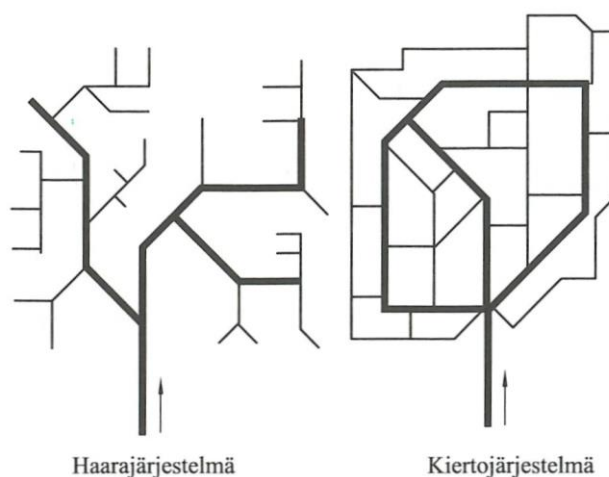
KUVA 7. Vesi- ja viemärlaitosten pumppauksen eri käyttökohteet (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 248)

Vesilaitoksen eri kokonaisuuksien käyttöiät vaihtelevat. Esimerkiksi vesijohtoverkko voi kestää yli 40 vuotta, kun pumppujen käyttöikä voi rajoittua 10 vuoteen (taulukko 5). (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 269.)

TAULUKKO 5. Vesilaitoksen laitteiden käyttöiät (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 269)

Vesilaitoksen osa	Käyttöikä vuosissa
Valurautaiset ja kestävyydeltään siihen verrattavasta materiaalista rakennetut johtolinjat	20...40
Galvanoiduista teräsputkista rakennetut johtolinjat	20
Pintaveden vedenottorakenteet	20
Betonikaivot	20
Putkikaivot	10
Koneet, kuten pumput, kompressorit, syöttökojeet ym., jotka on helppo varustaa rinnakkaislaitteiden	10...15
Pumppaamot ja kemikaliovarastot, joiden tilasta vain pieni osa on varattava myöhemmille koneistolisäyksille	40
Selkeytysaltaat ja suodattimet, joiden lukumäärän lisääminen tarpeen mukaan on mahdollista	20
Erilliset alasäiliöt	20
Yläsäiliöt (vesitornit)	40
Yläsäiliöt (maavaraiset)	20...40

Jakeluverkon rakenteen suunnittelussa voidaan käyttää kahta eri vaihtoehtoa, haara- tai kiertovesijärjestelmää (kuva 8). Pääosin käytetään kiertojärjestelmää. Haarajärjestelmää käytetään yleensä haja-asutusalueilla sekä pienillä ja yksinkertaisilla alueilla. (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 296.)



KUVA 8. Jakeluverkon rakenteen eri vaihtoehdot (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 296)

Kiertojärjestelmän edut ovat seuraavat:

- Vettä on mahdollista saada kahdesta suunnasta, jolloin pystytään putkikokoja pienentämään.
- Verkkoon on helpompi tehdä korjaus- ja muuntotöitä. Korjauksista aiheutuvat häiriöt koskevat vain pientä aluetta.
- Vesi ei seiso verkossa, joka pienentää riskejä veden jäätymiselle ja putkien korroosiolle.

Vesijohtoverkon yleinen rakenne koostuu päävesi-, jakelu- ja tonttijohdoista. (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 296.)

## 4.2 Materiaalit ja varusteet

Jakeluverkkojen putkimateriaaleina käytetään muovia, valurautaa, terästä, asbestisementtiä ja betonia. Tekniset ominaisuudet on esitetty taulukossa 6. Verkon putkimateriaalin valintaan vaikuttavat kustannukset sekä verkolle asetettavat vaatimukset. Lähes kaikki vanhemmat Suomen jakeluverkot on tehty valurauta- ja teräsputkista. Nykypäivänä yli 90 % jakeluverkon putkista on muovia. (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 306–307.)

TAULUKKO 6. Eri putkimateriaalien ominaisuuksia (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 308)

	SG-valurauta	Teräs	Esijännitetty betoni	Asbestisementti	Lujite-muovi	Harmaa valurauta	PVC	PEH	PEL
Vetolujuus [MN/m <sup>2</sup> ]	420	340-420	214 (cyl)	22,5	150-500	180-400	50-60	24	15
Kimmomoduli [GN/m <sup>2</sup> ]	165	207	30	23,5	10-25	100	2,5-3	0,9	0,15
Venymä	7-10 %	1)	0,5 %	0		<1 %	murtovenymä 25-100	>800	>500
Taivutuslujuus [MN/m <sup>2</sup> ]	500	2)		24	15	95	80-100	32	43
Puristuslujuus [MN/m <sup>2</sup> ]	300	2)	40	45	70	615	n. 80		
Lämpölaajenemis-kerroin [°C]	11*10 <sup>-6</sup>	11*10 <sup>-6</sup>	11*10 <sup>-6</sup>	11,8*10 <sup>-6</sup>	27*10 <sup>-6</sup>	11*10 <sup>-6</sup>	50-60*10 <sup>-6</sup>	2*10 <sup>-6</sup>	1,5*10 <sup>-6</sup>
Lämmönjohtokyky [W/m/K]	54,5	50,4	1,01		2,64	50,4	0,16	0,37	0,35
Tiheys [kg/m <sup>3</sup> ]	70*10 <sup>2</sup>	78*10 <sup>2</sup>	26-28*10 <sup>2</sup>	22*10 <sup>2</sup>	25*10 <sup>2</sup>	70*10 <sup>2</sup>	14*10 <sup>2</sup>	941...965	910...925
Veden imeytyminen	0	0	1,1-2 % painosta	jopa 20 % painosta	0,1	0	0,1 alle 4 mg/cm <sup>2</sup>	0	0
Johtokoot [mm]	80-1200	60-2140	400-3000	50-800 (1200)	300-3000	80-700	63-630	16-1600	6-200
Muotokappalet, materiaali	SG-valurauta	Teräs	Teräs	Teräs, SG-valurauta	Teräs, SG-valurauta	Harmaa valurauta	PVC, valurauta tai kevytmetalli	PEH, metalliseokset, teräs, valurauta	PEL, kettymetalli, teräs, valurauta
Paineluokat PN	16/25/32	10/16/25/32/40	4/18	4/6/10/12,5/16	6/16	10/16	6,3/10/16	2,5/3,2/4/6,3/10/16	4/6/10

1) Vaihtelee laadun mukaan 2) Riippuu laadusta 3) Kaikkia kokoja ei valmisteta Suomessa

Muoviputken etuja ovat helppo asennettavuus, korroosiokestävyys ja kilpailukykyinen hinta. Valurautaputken hinta on paljon korkeampi, mutta sen korroosion kestävyys on erittäin hyvä. Valuraudan käyttö on perusteltua, kun verkossa on paljon haarautumia, sulkuventtiileitä, tonttijohtoja ja kun verkon saneeraus on haastavaa kaupunkialueiden tai liikenteen takia. (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 309.)

Muovisten paineputkien lyhenteet ovat seuraavat:

- pehmeä polyeteeni = PEL
- puolikova polyeteeni = PEM
- kova polyeteeni = PEH
- polypropeeni = PP
- polyvinyylidikloridi = PVC (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 309).

Muoviputkien tekniset ominaisuudet on esitetty taulukossa 7 (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 309).

TAULUKKO 7. Muoviputkien teknisiä ominaisuuksia (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 309)

Ominaisuus	Yksikkö	Muovi				
		PEL	PEM	PEH	PP	PVC
Tiheys	kg/m <sup>3</sup>	920...935	926...935	940...970	905...915	1380...1500
Veto-lujuus (lyhytaikainen)	N/mm <sup>2</sup>	noin 10	noin 18	noin 20	29...33	≥ 45
Kimmokerroin (lyhytaikainen)	N/mm <sup>2</sup>	noin 150	noin 600	noin 900	noin 1000	3000
Pituuden lämpötilakerroin	10 <sup>-5</sup> m/ m°C	20	13...20	13...20	18	6...8
Lämmönjohtavuus	W/m°C	0,34...0,36	0,36...0,38	0,43...0,52	0,22	0,16...0,21
Kemiallista kestä- vyyttä käsittelevä SFS-standardi		3154	3154	3154	3459	3155

Putkimateriaalin valintaan vaikuttavat monet seikat:

- putken käyttöikä, paineiskujen ja paineen kestävyys
- materiaalien ja liitosten tiiviys
- korroosio-, jäätymisvaurio-, kuljetus- ja varastointikestävyys
- valittavissa olevien paineluokkien, putkikokojen ja muotokappaleiden laajuus
- putkien ja liitoskappaleiden toimitusajat ja varmuusvarastointi
- perustamistöiden ja sijoituspaikan vaatimukset
- asennuksen vaivattomuus
- hankinta-, asennus- ja ylläpitokustannukset (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 316).

Jakeluverkko varustetaan lisäksi venttiileillä sekä vesimääriä- ja painetta mittaavilla laitteilla. Verkostossa voi olla sulku-, yksisuunta-, tyhjennys-, huuhtelu-, ilmanpoisto- ja paineenalennusventtiileitä. Mittalaitteiden hankkimiseen verkon rakennushetkellä tai myöhemmin on syytä varautua suunnittelun yhteydessä. Paineenmittauspisteitä pitäisi olla 5–10 kilometrin välein ja verkon kaukaisimmissa pisteissä. (Karttunen, Kiuru & Tuhkanen 2004, 320.)

Suomen uudiskohteissa käytetyt erilaiset materiaalit on esitetty taulukossa 8 (Kekki, Kainisto, Keinänen-Toivola & Luntamo 2008, 32).

TAULUKKO 8. Talousveden uudiskohteiden jakeluverkostossa Suomessa käytetyt materiaalit. (Kekki, Kaunisto, Keinänen-Toivola & Luntamo 2008, 33)

Materiaali	Tuote			
	putket	liittimet	venttiilit	muut tuotteet
<b>Metallit</b>				
Harmaa valurauta		x	x	
Pallografiittirauta	x*	x	x	
Teräs	x*			vesisäiliöt
Ruostumaton ja haponkestävä teräs	x	x		pumput, venttiilien osat
Alumiini		x		
Messinki		x	x	
Punametalli		x		
<b>Muovit</b>				
Kova polyeteeni (PEH)	x	x		
Keskikova polyeteeni (PEM)	x			
Pehmeä polyeteeni (PEL)	x			
Ristisilloitettu polyeteeni (PEX)	x			
Polyvinyylidikloridi (PVC)	x	x		
Polyamidi (PA)				pinnoitteet (liittimet, venttiilit), liittimien osat
Polyasettaali (POM)		x	x	
Polypropeeni (PP)		x		
*veden kanssa kosketuksissa olevat osat käytännössä yleensä pinnoitettuja				

#### 4.2.1 Kiinteistön vesijohtoverkko

Suomeen rakennettavien uudiskiinteistöiden käyttövesiverkkoihin asennettavia eri materiaaleja on vähemmän kuin jakeluverkostoissa (taulukko 9) (Kekki, Kaunisto, Keinänen-Toivola & Luntamo 2008, 35).



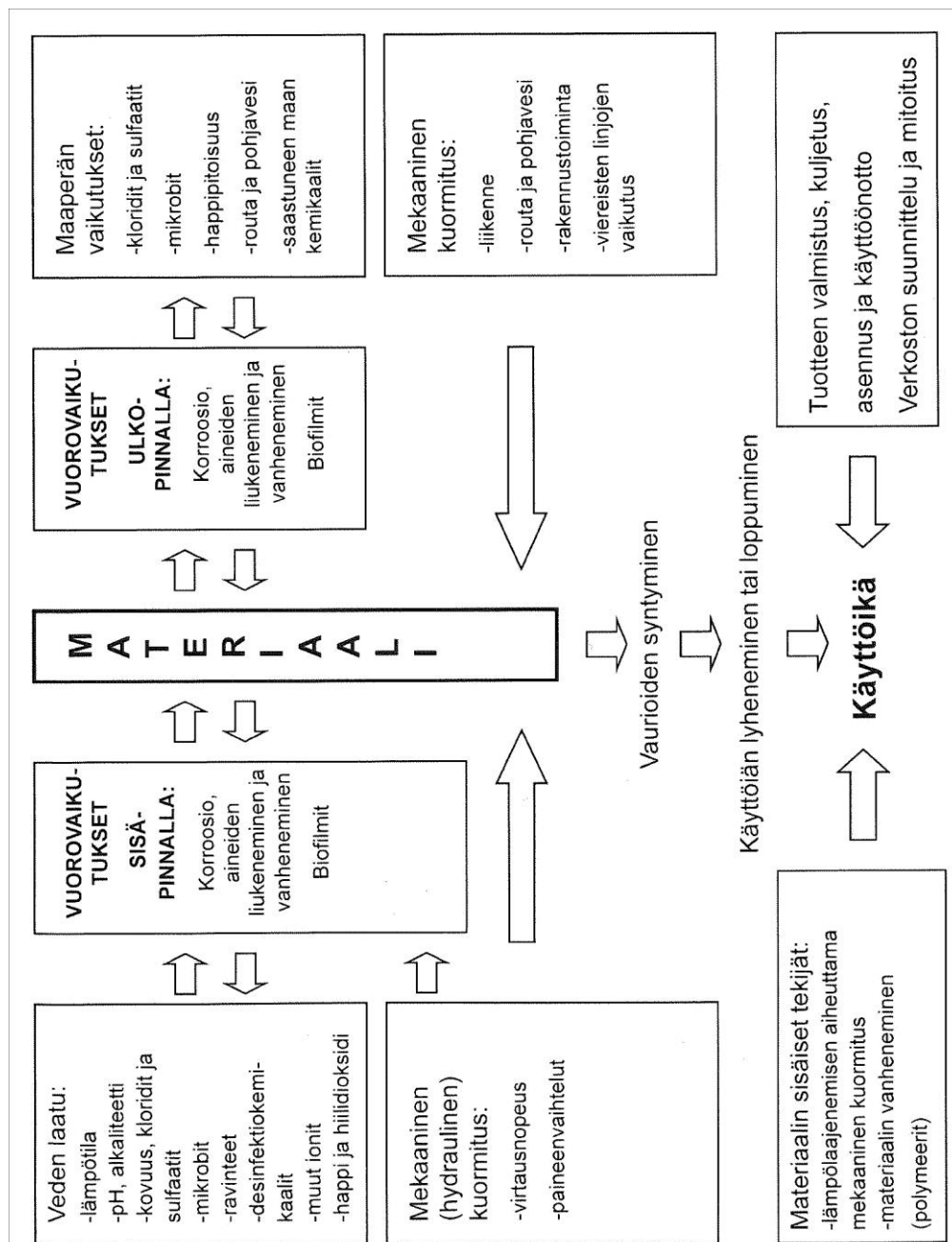
TAULUKKO 9. Suomen uudiskiinteistöiden käyttövesiverkossa käytettävät eri materiaalit. Kohtaan ”Muut” kuuluvat muun muassa pumput, suodattimet ja niiden osat. (Kekki, Kaunisto, Keinänen-Toivola & Luntamo 2008, 35.)

Materiaali	Tuote			
	Putket	Liittimet	Venttiilit	Muut
<b>Metallit</b>				
Sinkitty teräs				X
Ruostumaton teräs	X	X	X	X
Kupari	X	X		
Messinki		X	X	X
Alumiini				X
Pallografiittirauta				X
Pronssi			X	X
Punametalli		X	X	
<b>Muovit</b>				
Ristisilloitettu polyeteeni (PEX)	X			
PE-RT	X			
Lasikuituvahvistettu muovi (GRP)				X
Polyamidi (PA)				X
Polyasetaali (POM)				X
Polyeteenitereftalaatti (PET)				X
Polykarbonaatti (PC)				X
Polyfenyleenioksidi (PPO)				X
Polyfenyylisulfoni (PPSU)		X		X
Polypropeeni (PP)		X		X
Styreenin ja akrylinitriilin kopolymeeri (SAN)				X

### 4.3 Kiinteistö- ja jakeluverkkojen ongelmien aiheuttajat

#### 4.3.1 Materiaalin rikkoontuminen ja käsittely

Kiinteistö- ja jakeluverkoissa putkien rikkoontumiset tarkoittavat lähtökohtaisesti vuotoa ja nämä materiaalien vaurioitumiset laskevat huomattavasti niiden käyttöikä. Vuotovahingot ovat yksi suurimmista ongelmista vesijohtoverkoissa. Yleisimmät vauriot (kuva 9) johtuvat edellisessä luvussa kerrotuista veden laadusta ja mekaanisesta kuormituksesta. (Kekki, Kaunisto, Keinänen-Toivola & Luntamo 2008, 19.)



KUVA 9. Vesijohtoverkon materiaalien rikkoontumiseen vaikuttavia tekijöitä. (Kekki, Kaunisto, Keinänen-Toivola & Luntamo 2008, 19)

Eniten vaurioiden määrään ja materiaalin käyttöikään vaikuttavat asennuksen ja käyttöönoton aikana tehtävien toimenpiteiden laatu. Materiaalien huolimaton käsittely sekä pitkäaikainen säilytys suojaamattomassa paikassa voi heikentää ja myöhemmin käytössä vaurioittaa materiaalin ominaisuuksia. Vesijohtoverkoksi asennettava putkisto pitää huuhdella ennen painekoetta ja desinfioida painekokeen jälkeen ennen käyttöönottoa, jotta putkeen ei jää epäpuhtauksia. Samat lainalaisuudet koskevat myös kiinteistöihin asennettavia putkistoja. (Kekki, Kaunisto, Keinänen-Toivola & Luntamo 2008, 18–31.)

### 4.3.2 Korroosio ja veden laatutekijät

”Korroosiolla tarkoitetaan materiaalin vahingoittumista ympäristöolojen vaikutuksesta.” (Karttunen & Tuhkanen 2003, 279).

Eri metallien syöpyminen sopivissa olosuhteissa on hyvin yleistä. Korroosiota esiintyy myös betonissa sekä muovissa. Vesilaitosten rakentamisessa käytettyjen materiaalien korroosiolla on erittäin iso merkitys verkon rakenteiden ja sen laitteiden käyttöikään sekä laitoksen talouteen. Laitoksen suunnitteluvaiheessa korroosion takia pitää huomioida monia materiaalivalintoja, laitoksen toiminnallisuutta sekä vedenkäsittelyn tavoitteita. (Kekki, Kaunisto, Keinänen-Toivola & Luntamo 2008, 20.)

Veden korroosio johtuu yleisesti veden eri ominaisuuksista (Kekki, Kaunisto, Keinänen-Toivola & Luntamo 2008, 20–25; Karttunen & Tuhkanen 2003, 279–283):

1. Veden laatu
  - a. Alhainen veden pH-arvo vaikuttaa korroosio-olosuhteisiin ja soveltuvien menetelmien valintaan.
  - b. Veden kovuuden pitää olla yli 2 dH° (kalsium + magnesium).
  - c. Vedessä pitää olla riittävästi happea, jotta metallin pinnalle voi muodostua syöpymistä suojaava kalvo.
  - d. Vedessä olevat rauta- ja mangaani aiheuttavat syöpymiä, saostumia ja tukkeutumia.
2. Veden lämpötila
  - a. Lämpötilalla on merkittävä vaikutus korroosioon. Korroosionopeus kasvaa, kun lämpötila nousee, koska metallin pinnalle muodostuvan suojakalvon muodostumismekanismi muuttuu. Lämpötilan muutoksen tiedetään olevan syynä, että myös muovista liukenee lisäaineita.

### 3. Veden virtausnopeus

- a. Suositeltu veden virtausnopeus on 0,5–1,0 m/s. Jos veden virtausnopeuden ollessa alle 0,5 m/s, putkistoon voi syntyä saostumia sekä pistemäistä korroosiota. Ylisuuret nopeudet aiheuttavat turbulenssia, joka aiheuttaa eroosiokorroosiota ja kavitaatiota.

Veden laadulla on myös merkittävä vaikutus materiaalin pinnalla tapahtuvaan mikrobi-toimintaan ja päinvastoin. Mikrobien toiminta vaikuttaa myös materiaalien käyttöikäen, ei pelkästään veden hygieeniseen laatuun. Verkoston sisäpinnan kasvuympäristö ja hydrauliset olosuhteet vaikuttavat suuresti mikrobien toimintaan. Hydraulisilla olosuhteilla tarkoitetaan verkoston veden paineen ja nopeuden vaihteluita. Veden painevaihteluiden aikana mikrobit selviävät kasvattamalla biofilmiään, joka antaa niille suojan kasvuympäristön muita muuttujia vastaan. Yleinen käsitys on, että biofilmit tai irtonainen sakka saadaan huuhdeltua voimakkaan virtauksen avulla, mutta vain hetkellisesti, koska mikrobit saavat nopeamman virtauksen vuoksi kasvuun tarvittavia ravinteita koko ajan enemmän ja näin biofilmin rakenne muuttuu rasisista kestäväksi. Veden seisahtuminen putkissa taas lisää bakteerien määrää polyeteeni- ja kupariputkissa. (Kekki, Kaunisto, Keinänen-Toivola & Luntamo 2008, 24–28.)

Verkostoissa tapahtuvat paineiskut johtuvat virtauksen äkillisestä muutoksesta. Niitä tapahtuu, kun sattuu putkivuotoja, pumppujen käynnistyksessä tai pysäytyksessä ja venttiileitä avattaessa tai suljettaessa. Paineiskusta syntyvä paineaalto etenee läpi koko verkoston ja usein aiheuttaa haasteita putkien liitos- tai mutkakohdille. (Kekki, Kaunisto, Keinänen-Toivola & Luntamo 2008, 24–28.)

#### 4.3.3 Kiinteistöjen vesijohtoverkot

Kiinteistöjen käyttövesiverkkojen olosuhteet vaihtelevat paljon veden virtauksen ja painevaihteluiden sekä lämpötilan muutosten takia. Vaikeista olosuhteista voi aiheutua kiinteistön vesijohtoverkon materiaalien syöpymistä, aineiden liukenemistä ja mikrobiologista toimintaa. Kiinteistöjen vesijohtoverkoissa tapahtuvat vauriot rikkovat yleensä myös kiinteistön muita rakenteita. Vesijohtoverkkoja voivat asentaa myös ammattitaidottomat henkilöt, jolloin virheitä syntyy ja ne huomataan mahdollisesti vasta vuosien päästä. Usein kiinteistöjen vesijohtoverkon painekokeen jälkeen tehtävä pakollinen huuhtelu tehdään niin, että hana on kiinni johdossa. Tämä pitäisi suorittaa niin, että hana ei ole

kiinni johdossa, jotta epäpuhtaudet eivät jäisi hanaan. (Kekki, Kaunisto, Keinänen-Toivola & Luntamo 2008, 34–36.)

Putkien ja laitteiden vuotovahingot ovat kiinteistöjen yleisimpiä ongelmia ja niistä koituu kustannuksia: kostuneiden rakenteiden kuivaus ja korjaus, putkien ja laitteiden korjaus sekä irtaimiston vaurioituminen. Vuonna 2016 vakuutusyhtiöt korvasivat vuotovahingoista 166 miljoonaa euroa. Summa ei vastaa kaikkia kustannuksia, koska kaikkia vauriotapauksia ei vakuutusehtojen mukaisesti korvata. (Mero 2017.)

## 5 HAASTATTELUTUTKIMUS SUOMEN, INTIAN, TANSKAN JA NORJAN TALOUSVEDEN TOIMINTAMALLEISTA JA KEHITYSNÄKYMISTÄ

Opinnäytetyötä varten haastateltiin eri maiden teknisiä asiantuntijoita heidän maansa toimintamalleista, veden laatuvaatimuksista ja mahdollisista haasteista. Haastateltaville esitetyt kysymykset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 3.

Kysymyksissä keskityttiin selvittämään seuraavia asioita:

1. Miten vesihuolto toimii ja kuka siitä vastaa?
2. Miten vesijohtoverkko toimii ja miten ylläpito on hoidettu?
3. Millaiset veden laatuvaatimukset ovat?
4. Millaiset ovat tulevaisuuden näkymät juomaveden saatavuuden sekä laadun suhteen?
5. Millainen on kiinteistöjen veden laatu?
6. Mitä ajatuksia ja parannusehdotuksia tulee aiheesta: ”Vesijohtoverkkojen rakentaminen ja ylläpito tulevaisuudessa säilyttäen hyvä vedenlaatu”

### 5.1 Vesihuolto ja vesijohtoverkon ylläpito

#### 5.1.1 Suomi

Suomessa asuu 5,5 miljoonaa ihmistä, maan pinta-ala on 338 448 km<sup>2</sup>, väestötiheys 18,1 asukasta/km<sup>2</sup> ja maa on jaettu 19 maakuntaan (Wikipedia 2017).

Opinnäytetyötä varten haastateltiin Suomen Vesilaitosyhdistys ry:n (VVY) toimitusjohtaja Osmo Seppälää (2017), joka kertoi näkemyksistään koko valtakunnan tasolla. Toisina haastateltavina olivat Tampereen Vesi Liikelaitoksen verkostopäällikkö Pekka Laakkonen (2017) ja käyttöinsinööri Sini Vuorinen (2017).

Seppälä (2017) kertoo haastattelussa yleisesti Suomen vesihuoltoverkostosta ja sen nykytilasta. Vesijohtoverkoston yhteispituus on noin 107 000 km ja ne ovat pääsoin julkisessa omistuksessa. Valtaosan omistavat kuntien omistamat vesihuoltolaitokset (yhtiöt, liikelaitokset, kuntayhtymät, taseyksiköt, jne.) ja osan puolestaan yksityisoikeudelliset vesi(huolto)osuuskunnat.

Osuuskuntia on lukumääräisesti yli 1200 ja kunnallisia vesihuoltolaitoksia on yli 300. Osuuskunnat ovat kuitenkin suurimmaksi osaksi hyvin pieniä ja myös niiden verkostopituudet ovat pienempiä kuin kunnallisilla laitoksilla. Osuuskuntia voidaan juridisesti pitää yksityisinä, mutta ”yhteisöllisestihän” ne toimivat lähes samoin periaattein kuin kunnallisetkin laitokset. (Luukkonen 2013; Seppälä 2017.)

Verkostopituudet yhtä laitosta kohden vaihtelevat valtavasti, esimerkiksi pääkaupunkiseudun Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY:llä on vesijohtoja 3200 km, jätevesiviemäreitä 2800 km ja hulevesiviemäreitä 2400 km. Muiden laitosten verkostopituudet ovat lyhyempiä, kahdellakymmenellä suurimmalla verkostopituudet ovat karkeasti arvioiden 500–3000 km. (Seppälä 2017.)

Esimerkkinä mainittakoon kolmen kaupungin verkostopituudet:

- Porvoon Vesi: vesijohtoverkosta 555 km ja viemäriverkosta 434 km
- Oulun Vesi: vesijohtoverkosta 1912 km, jätevesiviemäriverkosta 1245 km ja hulevesiviemäriä 852 km
- Tampereen Vesi: vesijohtoverkosta 765 km ja viemäriverkosta 715 km (Seppälä 2017; Tampereen Vesi 2016).

Suurin osa vanhoista verkostoista on valurautaa tai terästä ja osittain vielä asbestisementtiputkia. Uutta verkosta tehdään yleensä muovilla (PE, PP ja PVC). Tampereen Vesi muodostaa tästä poikkeuksen. Sen kaikki uudet putket ja saneeraukset tehdään valuraudalla, jos putken halkaisija on suurempi kuin 150 mm. Pienemmät putket tehdään muovilla. (Seppälä 2017; Laakkonen 2017)

Raakaveden puhdistuksesta vastaa vesihuoltolaitokset itse. Muutamilla laitoksilla puhdistuksen tekee erillinen raaka- tai tukkuvesiyhtiö, joka myy raakavettä tai käsiteltyä vettä useammalle vettä jakelevalle vesihuoltolaitokselle. Tukku-yhtiöt ovat yleensä kuntien omistamia osakeyhtiöitä tai kuntayhtymiä. (Seppälä 2017; Vuorinen 2017.)

Vesijohtoverkon ylläpidosta vastaa vesihuoltolaitokset. Muutamat laitokset ostavat kunnossapidon yksityisiltä palveluntarjoajilta (Seppälä 2017).

Vesi- ja viemäriverkostoissa on merkittävästi saneeraustarvetta ja saneeraus- tai korjausvelkaa. Tämä koskee etenkin vanhojen kaupunkien keskusta-alueita. Vanhat verkostot ja

niiden huono kunto aiheuttavat muun muassa putkirikkoja ja toisinaan seurauksena vedenlaatuongelmia, enemmän kuitenkin vedenjakelun keskeytyksiä. Verkostojen saneerausmäärät ovat viime vuosina kasvaneet, mutta ovat silti edelleen riittämättömiä. Aiemmin saneerausmäärät olivat keskimäärin alle 0,5 % verkostopituudesta, nykyisin ehkä jopa noin 1 %:n. Saneeraustarve olisi 2–4 % vuosittain. Tampereen Vesi uusii vanhaa verkostoa 1–2 % verkostopituudesta vuosittain, ja tällä hetkellä uusitaan 50-luvulla tehtyä verkostoa. (Seppälä 2017; Laakkonen 2017.)

Verkostoissa tapahtuvia pienempiä putkirikkoja korjataan vesilaitoksilla viikoittain, joillakin varmaan jopa päivittäin. Putkirikot johtuvat verkoston huonosta kunnosta, liikennekuormista ja muiden toimijoiden virheistä (esimerkiksi rakennustyömaan takia esiin kaivettu putki on rikkoontunut). (Seppälä 2017.)

Putkirikkojen määrä vaihtelee keskimäärin vesilaitoksilla 3–10 putkirikkoa/100 km verkostoa/vuosi. Teoreettisesti voidaan laskea, että esimerkiksi Porvoon Vedellä on noin 0,05–0,15 putkirikkoa päivässä eli enimmillään noin 1 viikossa. Luku on teoreettinen, keskiarvoista laskettu, ei todellinen Porvoon Veden luku. Tampereen Vedellä tapahtui 70-luvulla 300 putkirikkoa vuodessa. Tänä päivänä lukema on noin 50 putkirikkoa vuodessa. (Seppälä 2017; Laakkonen 2017.)

### **5.1.2 Intia**

Intiassa asuu 1,339 miljardia ihmistä, maan pinta-ala on 3 287 590 km<sup>2</sup>, väestötiheys 367,6 asukasta/km<sup>2</sup> ja maa on jaettu 29 osavaltioon (Wikipedia 2017).

Opinnäytetyötä varten haastateltiin tohtori Girija Bharatia (2017), joka toimii johtajana Mu Gamma Consultants Pvt. Ltd.:ssä sekä tohtori Manish Kumaria (2017), joka on National Skill Development Corporation:n toimitusjohtaja.

Intiassa vesihuolto jaetaan kahteen eri osaan, kaupunkeihin ja maaseutuun. Molempia hallinnoi ja ylläpitää osavaltiokohtainen yksikkö, joka vastaa juomavedestä tai terveydenhuollosta. Vesihuoltoverkostot ovat erillisiä omia kokonaisuuksiaan. Kaupunkialueella vedenjakelusta vastaa paikallinen vesilaitos tai vesiyhdistys, kuten Delhissä vesikomitea (Delhi Jal Board), jonka hallintoalueen vastuulla on noin 16 miljoonaa asukasta.



Maaseudulla asukkaiden lukumäärä yhtä vesihuoltoverkostoa kohden vaihtelee 3–12 miljoonaan. Vanha vesihuoltoverkosto on kokonaan sinkittyä teräsputkea ja uudet tehdään PVC-muovista. Verkoston huollosta ja korjauksista vastaavat osavaltioiden hallitukset. (Bharat 2017; Kumar 2017.)

Suurimmat ongelmat ovat tuotetun veden saaminen loppukäyttäjille asti, verkostojen huono kunto niiden ikääntyessä ja juomaveden saastuminen. Noin puolet koko maan tuotetusta vedestä katoaa matkalla. Hävikki johtuu vuotovahingoista tai laittomasti tehtyjen liittymien takia. Ongelman korjaamiseen on panostettu, mutta vielä ei ole hyviä tuloksia saatu. Juomaveteen tulee usein laatuongelmia, koska jätevesiverkon putket menevät samassa tasossa vesijohtoputkien kanssa ja vuotojen sattuessa juomavesi saastuu. Ennaltaehkäisevää huoltoa ei tehdä, mikä johtaa siihen, että vain akuutit ongelmat korjataan. (Bharat 2017; Kumar 2017.)

### 5.1.3 Tanska

Tanskassa asuu 5,7 miljoonaa ihmistä, maan pinta-ala on 43 094 km<sup>2</sup>, väestötiheys 129,5 asukasta/km<sup>2</sup> ja maa on jaettu 5 alueeseen, joissa on 98 kuntaa (Wikipedia 2017).

Opinnäytetyötä varten haastateltiin Tanskan Honeywellin Ympäristö ja Energia -yksikön myyntipäällikkö Uffe Ehlersiä (2017).

Tanskassa vesihuoltolaitokset ovat yksityisessä omistuksessa ja jokainen kaupunki vastaa oman vesihuoltoverkoston toiminnastaan. Raakaveden suodatuksen hoitaa jokaisen vesihuoltoyksikön oma vedenkäsittelylaitos. Uusien verkostojen putkimateriaalit ovat PE-muovia. Vanhojen verkostojen putket ovat pääosin vanhaa PVC-muovia, valurautaa ja asbestisementtiä. (Ehlers 2017.)

Verkoston kunnan kanssa on ollut samoja ongelmia kuin Suomessa ja Intiassakin, putkivuodot. Vanhemmalle vesijohtoverkolle haasteita aiheutuu raskaasta liikenteestä, pakka-  
sesta ja säätilan muutoksista. Putkivuotoja ei nykypäivänä enää esiinny yhtä usein kuin aikaisemmin, koska PE-muoviputki kestää paremmin ja asennustekniikat ovat parantuneet kehityksen myötä. (Ehlers 2017.)

### 5.1.4 Norja

Norjassa asuu 5,2 miljoonaa ihmistä, maan pinta-ala on 323 787 km<sup>2</sup>, väestötiheys 15,8 asukasta/km<sup>2</sup> ja maa on jaettu 19 lääniin, joissa on 96 kaupunkia (Wikipedia 2017).

Opinnäytetyötä varten haastateltiin Norjan Honeywellin Ympäristö ja Energia -yksikön vientipäällikkö Morten Helgerudia (2017).

Norjassa vesihuoltolaitoksia on noin 1600, jotka tuottavat 90 % koko väestön talousvedestä. 1100 vesihuoltolaitosta on kunnallisessa omistuksessa ja 400 vesihuoltolaitosta on vesiosuuskuntia. Raakavedestä on 90 % pintavesiä ja vain 10 % hankitaan pohjavesistä. Vesijohtoverkostoa on 43 800 kilometriä ja viemäriverkostoa noin 53 000 kilometriä. Verkoston ylläpidosta vastaavat vesihuoltolaitokset. Putkivuodot ovat myös Norjan vesihuollon suurin ongelma. Veden jakeluun tuotetusta vedestä häviää 32 % putkivuotojen takia. (Helgerud 2017.)

## 5.2 Veden laatuvaatimukset

### 5.2.1 Suomi

Suomessa noudatetaan sosiaali- ja terveysministeriön (STM) ja Valviran asettamia talousveden laatuvaatimuksia (683/2017) (liite 1), jotka ovat linjassa EU:n juomavesidirektiivin (Direktiivi 98/83/EY) kanssa ja pääosin linjassa WHO:n laatuvaatimusten kanssa. Kaikkien vesihuoltolaitosten, jotka jakelevat vettä yli 10 m<sup>3</sup>/päivä ja kattavat vähintään 50 asukasta, pitää noudattaa talousvesiasetusta ja muita STM:n määräyksiä. (Seppälä 2017; Vuorinen 2017.)

Muita laatuvaatimuksia kunta- tai kaupunkikohtaisesti ei varsinaisesti ole. Esimerkiksi elintarviketeollisuus on tällainen erityiskäyttäjät, joilla on talousveden laatuvaatimuksista poikkeavia vaatimuksia tai odotuksia veden laadulle. (Seppälä 2017.)

Kiinteistökohtaiseen vedensuodatukseen ei ainakaan suuremmilla vesihuoltolaitoksilla ole tarvetta, koska vesilaitosten verkostoon jakama vesi täyttää yleensä 100-prosenttisesti kaikki laatuvaatimukset ja -suositukset. Toisinaan voi kiinteistöjen omissa putkissa olla

ongelmia, jolloin asukkaat käyttävät suodatusta. VVY:llä ei ole kiinteistökohtaisesta vedensuodattamisesta mitään tilastotietoa, koska kiinteistöihin tulevan veden suodattaminen ei kuulu VVY:n toimintaan. (Seppälä 2017.)

### 5.2.2 Intia

Intiassa on käytössä kolme eri laatustandardia: APHA, American Public Health Association, Washington, pp:1268 (1985), Intian juomaveden laatustandardi (IS 10500) ja WHO:n laatustandardit. Näissä kolmessa standardissa on eritasoisia vaatimuksia veden ominaisuuksille. Delhin kaupunkialueella käytetään IS 10500 juomaveden laatustandardia. (Bharat 2017.)

Hyvän juomaveden laatu on iso huolenaihe intialaisille ja koko ajan kasvava ongelma. Veden saastuttaminen pilaa paljon hyvää juomavettä eikä siihen yleisesti puututa tarpeeksi kovilla rangaistuksilla. Vedessä olevista haitta-aineista (raskas metallit ja torjunta-aineet) on vesihuoltolaitoksilla hyvin vähän tietoa. Koko maan saasteita vastaan taisteleva yksikkö työstää parhaillaan tiukennettuja säännöksiä näiden ongelmien poistamiseksi. (Bharat 2017; Kumar 2017.)

Raakavedelle tehdään kolmannen tason vedenkäsittely, ennen kuin vesi päätyy kiinteistöihin. Lähtökohtaisesti loppukäyttäjät eivät luota tähän käsittelyyn ja he hankkivat kiinteistöihin omia vedensuodatuslaitteistoja. Suurin osa kiinteistöjen suodattimista on hyvin edullisia hankkia, joten tämäkin on yksi syy, että ihmiset käyttävät niitä. Yläluokat käyttävät tehokkaita ja kalliimpia käänteisosmoosisuodattimia ja keskiluokat huoneistokoh- taista vedensuodatusta, jotka ovat huomattavasti edullisempia hankkia ja ylläpitää. Maaseudulla ja kaupunkien ympärysalueilla ihmiset juovat vettä suoraan talousvesiverkosta tai fyysisesti kylissä olevista juomavesitankeista. Kaupunkialueella käytetään pääasiallisesti vedenkäsittelyssä kloorausta, mutta maaseudulla kloorin käyttö on harvinaisempaa. (Bharat 2017.)

### 5.2.3 Tanska

Juomaveden laatu on Tanskassa hyvin korkeatasoista. Tämä johtuu siitä, että haitta-aineiden seuraamiseen on vuosien varrella panostettu todella paljon, jotta ne saadaan pois juomavedestä. (Ehlers 2017.)

Jokaisella vesihuoltolaitoksella on Tanskan valtion määrittämät pakolliset laatuvaatimukset juomavedelle. Näin pystytään pitämään veden laatu korkeana. Veden laadun säännöllinen seuranta ja vesinäytteiden otto ovat merkittäviä seikkoja korkean laadun säilyttämisessä. (Ehlers 2017.)

Kiinteistöjen vedensuodattimia on melko vähän, mutta koko ajan suodattimia laitetaan enemmän kiinteistöihin. Suurimmat haasteet syntyvät mahdollisesti juomaveteen päätyvistä bakteereista, jos kiinteistökohtaisen suodattimen patruunat unohdetaan vaihtaa. Vedenpehmennys on Tanskassa yleistymässä niin koko vesijohtoverkossa kuin yksityisillä kotitalouksillakin. Kööpenhaminan vesihuoltolaitos on aloittanut juuri laajan projektin veden pehmentämiseen koko Kööpenhaminan talousalueella. (Ehlers 2017.)

### 5.2.4 Norja

Juomaveteen sovelletaan Norjassa tiukkoja veden laatu- ja toimitusvaatimuksia. Veden laadussa kiinnitetään huomioita veden fysikaalisiin, kemiallisiin ja mikrobiologisiin ominaisuuksiin. Tärkeimmät tekijät laatuvaatimusten täyttämiseen ovat: raakavesilähteiden suojeleminen, vedenkäsittelyprosessien hyvä hallinta, viimeisimmän teknologian käyttö ja veden laadun säännöllinen seuranta. Norska Vann on tehnyt selvityksen (lausunto 170), jonka mukaan oikeilla suojatoimenpiteillä pystytään ehkäisemään bakteerien pääsy vedenjakeluverkoston veteen. (Helgerud 2017.)

Vesiturvallisuuden takaamiseksi vesihuoltolaitokset tekevät selkeät suunnitelmat ongelmien ehkäisemiseksi. Suunnitelmien pohjana käytetään WHO:n vuonna 2005 tehtyä julkaisua, jossa määritellään vesihuollon varmistaminen maan väestölle. Raakavesilähteinä Norjassa käytetään järvien ja jokien vettä, joka on laadultaan erittäin hyvää. Ongelmaksi ovat muodostuneet niiden rehevöityminen ja sitä on pyritty viime vuosien aikana ehkäisemään ennakoivilla toimenpiteillä. (Helgerud 2017.)

## 5.3 Tulevaisuuden näkymät

### 5.3.1 Suomi

Suomi lienee maailman kolmanneksi runsaimpien vesivarojen maa (Kanadan ja Norjan jälkeen; uusiutuvat vesivarat asukasta kohden), joten vesivarojen riittävyden suhteen Suomessa ei ole ongelmia tulevaisuudessa. Hyvälaatuiset raakavesivarannot vaihtelevat suuresti maan eri osien kesken ja erityisesti pohjavesien käytettävyydessä. Raakaveden laatu vaihtelee sekä pohja- että pintavesissä, mutta kokonaisuutena käsitellyn veden (talousvesi) tilanne Suomessa on tällä hetkellä oikein hyvä, eikä suuria haasteita ole lähitulevaisuudessa. Veden laatuvaatimukset ja -odotukset kiristyvät jatkuvasti ja sen myötä tarve jatkuvasti kehittyvälle puhdistustekniikalle. Riskienhallinnan parantamista pitää tehdä koko ajan. Tämän hetken ilmiö on siirtyä ”multibarrier”-ajatteluun, jossa vedenkäyttelyketju varmistetaan useammalla prosessilla. (Seppälä 2017.)

Vesijohto- ja viemäriverkostojen ylläpidossa ja saneerauksessa on edelleen paljon parannettavaa. Kehitystä vaativat saneerausmäärät ja -menetelmät sekä verkosto-omaisuuden hallinta. Tilannetta on saatu parannettua viime vuosina merkittävästi, mutta tasoa pitää edelleen nostaa selvästi. Kasvava ongelma ovat kiinteistöjen tonttijohdot, joita on noin 20–30 % vesilaitosten verkostojen kokonaismäärästä. Tonttijohdot ovat usein vielä huonommassa kunnossa kuin vesilaitosten verkostot, mutta tonttijohtojen saneeraus on vielä paljon vähäisempää kuin vesilaitosten verkostojen. Ensisijaisesti tämä on vedenkäyttäjien vedenlaatu- ja toimintavarmuusongelma, mutta vaikuttaa toissijaisesti myös vesilaitoksiin, koska vedenjakelun ja viemäroinnin kokonaisketju uhkaa heikentyä. Tonttijohtojen uusimiseen pitäisi löytää ratkaisuja ja mielellään nopeasti, jotta ongelma ei kasvaisi hallitsemattomiin mittasuhteisiin. (Seppälä 2017.)

### 5.3.2 Intia

Girija Bharat (2017) kertoo huolestuneena Intian puhtaan juomaveden tulevaisuuden haasteista: Talousvesiverkon vedelle pitäisi saada säännöllistä laadun seuranta, tutkimuksia ja tarkastuksia. Juomaveden laatuvaatimuksia pitäisi valtion toimesta tiukentaa. Tällä hetkellä laboratoriot eivät säännöllisesti tutki juomaveden haitta-aineita (raskasmetalleita, torjunta-aineita jne.).

Vesi- ja viemärijohtojen rakentamista samaan tasoon tai lähelle toisiaan pitäisi jatkossa pyrkiä välttämään, jotta talousvesi ei saastuisi. Valtio puuttuu ongelmiin vasta, kun saastunut vesi alkaa vaikuttaa ihmisten terveyteen kuolettavasti tai tulee epidemioita. Juomaveden saastuminen on yksi isoimmista ongelmista koko Intiassa, johon pitää puuttua. Saasteet aiheutuvat kaupunkien ja teollisuuden käsittelemättömien jätevesien laskemisesta vesistöihin. (Bharat 2017.)

### 5.3.3 Tanska

Tanskan vesiyhdistys (DANVA) on erittäin arvostettu ja heillä on laaja asiantuntijaverkosto, joka kehityksessään huomioi vahvasti ympäristönsuojelun (Ehlers 2017).

Tulevaisuus tanskalaisen loppukäyttäjän silmissä näyttää oikein hyvältä, koska valtion tahto on pitää huolta heidän raakavesivarannoistaan ja pyrkiä välttämään raakaveden tuhlamista huonolaatuisen pulloveden tuottamiseen. (Ehlers 2017.)

### 5.3.4 Norja

Helgerud (2017) kertoo samoista tulevaisuuden ongelmista kuin Tanskassa, Intiassa ja Suomessakin: Vesijohtoverkostot ovat vanhoja ja aiheuttavat paljon ongelmia putkivuotojen takia. Kolmas osa vedenjakeluverkkoon tuotetusta vedestä häviää vuotojen takia ja tätä osuutta pitää pystyä nopeasti saamaan pienemmäksi. Verkostojen korjaustarpeet ovat suuret ja resursseja on vähän, joka on huonosti toimiva yhtälö. Tulevaisuudessa pitää keskittyä oikeanlaisten verkoston putkimateriaalien valintaan, hyvään asennustyön laatuun ja helposti tehtäviin huoltotehtäviin verkoston valmistuttua.

Viime aikoina on Norjassa tehty löydöksiä muovijäämistä juomavedessä, joka näyttäisi olevan maailmanlaajuinen ongelma. Muovi juomavedessä voi aiheuttaa huomattavan terveysriskin. Norjassa on paljon avoimia raakavesilähteitä, jotka ovat hyvin alttiita bioterrori-iskuille. Tämä pitää huomioida tehtäessä tulevaisuuden vesihuollon suunnitelmia ja suojaavia toimenpiteitä. Yleisesti Helgerud (2017) näkee, että hanaan tulevan juomaveden pitää olla puhdasta ja se pitää pystyä ihmisille turvaamaan. Kiinteistöön tuleva vesi tarvitsee tulevaisuudessa jonkinlaisen suodatuksen.

## 6 TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Suomen vesihuollon tulevaisuuden näkemyksiä on listattu 2008 ja 2009 tehdyn kyselytutkimuksen pohjalta kuvassa 10. Tutkimukseen osallistui vesilaitoksen edustajia, tutkijoita, konsultteja, viranomaisia, kuntia, järjestöjä ja kouluttajia. (Katko 2013, 448).

Suomen vesihuollon tulevaisuuden haasteet n = 48

Haaste 20 - 30 v	Suhteell. tärkeys					1...5
	1	2	3	4	5	
Ikääntyvä infrastruktuuri	[Bar chart showing 4.6]					4.6
Haavoittuvuus & riskien hallinta	[Bar chart showing 4.4]					4.4
Henkilöresurssit ja osaaminen	[Bar chart showing 4.2]					4.2
Tutkimus	[Bar chart showing 4.0]					4.0
Koulutus	[Bar chart showing 4.0]					4.0
Talousveden laatu	[Bar chart showing 4.0]					4.0
Tekninen toimivuus	[Bar chart showing 3.8]					3.8
Jätevesilietteiden hyötykäyttö	[Bar chart showing 3.8]					3.8
Jätevesien tehokas puhdistus	[Bar chart showing 3.7]					3.7
Hiljaisen tiedon siirto	[Bar chart showing 3.7]					3.7
Yhteiskuntasuhteiden hoito	[Bar chart showing 3.6]					3.6
Päätöksenteon läpinäkyvyys ja avoimuus	[Bar chart showing 3.6]					3.6
Asiakastyytyväisyys	[Bar chart showing 3.6]					3.6
Johtamisen ja toiminnan taso laitoksilla	[Bar chart showing 3.5]					3.5
Taloudellinen tehokkuus	[Bar chart showing 3.3]					3.3
Riittävät vesivarat	[Bar chart showing 3.3]					3.3
Energiaan liittyvät seikat	[Bar chart showing 3.3]					3.3
Imago ja sen parantaminen	[Bar chart showing 3.2]					3.2
Haja-asutus: jätevesien käsittely	[Bar chart showing 3.2]					3.2
Palveluiden saanti	[Bar chart showing 3.1]					3.1
Lainsäädännön kehittäminen	[Bar chart showing 3.1]					3.1
Kasvatut tuloutusvaatimukset	[Bar chart showing 3.1]					3.1
Hulevedet: maankäytön muutoksesta johtuvat	[Bar chart showing 3.1]					3.1
Hulevedet: ilmaston muutoksesta johtuvat	[Bar chart showing 3.1]					3.1
Sektorin ulkopuolelta tulevat paineet	[Bar chart showing 3.0]					3.0
Kansainvälinen yhteistyö ja näkyvyys	[Bar chart showing 3.0]					3.0
Haja-asutus: vedenhankinta	[Bar chart showing 3.0]					3.0
Kilpailu muiden kunnallisten palveluiden kanssa	[Bar chart showing 2.5]					2.5
Kansainvälinen kilpailu	[Bar chart showing 2.4]					2.4

KUVA 10. Suomen vesihuollon tulevaisuuden haasteet (Katko 2013, 448)

### 6.1 Veden hankinta, vesihuoltolaitokset ja laadun varmistaminen

Suuret yhdyskunnat (kaupunkimaiset alueet) ovat lähes 100-prosenttisesti liitetty vesihuoltoon. Tulevaisuuden haasteiksi muodostuu kasvavien alueiden vedenhankinnan turvaaminen, talousveden laadun varmistaminen, vesilaitosten ja -johtoverkon saneeraus sekä erityistilanteiden vedenhankinnan varmistaminen. (Britschgi, Gustafsson, Isomäki, Kuusisto, Munsterhjelm, Santala, Suokko & Valve 2007, 13.)

Väestön kasvu ja liikkuminen sekä kasvavien kaupunki- ja rannikkoalueiden rajalliset pohjavesivarat luovat tulevaisuuteen paljon haasteita. Asuminen keskittyy pääkaupunkiseudun lisäksi Uudenmaan, Jyväskylän, Turun, Oulun ja Tampereen seuduille, joissa asuu yli 50 % Suomen väestöstä vuonna 2030. Yhdyskuntarakenteen kannalta tämä ei ole hyvä asia, jos vesihuoltoverkostojen rakentamisessa ei huomioida uudisrakentamisen sijoittumista. (Britschgi ym. 2007, 32.)

Pohjavesivarat ovat riittämättömät. Ne ovat jakautuneet epätasaisesti mainituilla alueilla, varsinkin pääkaupunkiseudulla, Turun ja Tampereen seuduilla. Tällä hetkellä noin 60 % raakavedestä on pohjavettä ja noin 40 % tulee pintavesistä. Tekopohjaveden osuus on noin 10 %. Näiden lukemien ennakoitaan muuttuvan tulevaisuudessa: vuonna 2030 tekopohjaveden osuus olisi noin 25 % ja pintaveden osuus 25 %. (Britschgi ym. 2007, 65.)

Vesihuoltolaitosten määrä, yli 1700 kappaletta, on hyvin suuri verrattuna Suomen asukaslukuun. Onkin arvioitu, että laitosten määrä vähenee ja keskinäinen yhteistyö lisääntyy. Laitoksista noin 1500 kappaletta on vesiosuuskuntia, joista suurin osa pyörii lähes talkoovoimin. (Pantsu 2017.)

Yle.fi:n verkkouutisessa 14.10.2017 Vesilaitosyhdistyksen apulaisjohtaja Mika Rontu tiivistää nykytilannetta:

– 1 700 vesihuoltolaitosta on aivan liian suuri määrä näin pieneen maahan. Alalle tarvitaan jonkinlainen vesisote tai vesihuollon rakennemuutos, että saadaan lukumäärää selvästi pienemmäksi ja pystytään turvaamaan palvelut jatkossakin, sanoo Rontu.

Ronnun mielestä sopiva määrä olisi reilut sata laitosta. Määrä putoaisi laitostiliitosten ja muiden kautta siis alle kymmenesosaan nykyisestä. Se pudotaisi vedenjakelijoista pois paitsi lähes kaikki vesiosuuskunnat niin samalla yli puolet kunnallistakin vesilaitoksista. Ronnun mukaan määrän pudotus tuskin laskee vedenhintoja, vaan suurin hyöty saadaan toimitusvarmuuden ja palvelun laadun kohentumisesta.

Vesihuoltoa, sen nykytilannetta ja parantamista on pitkään tutkinut dosentti Tapio Katko (2017). Hän kyseenalaistaa maaseutujen vesiosuuskuntien pakkoliittämisen kaupunkien vesilaitoksiin. Laitosten liittämällä yhteen ei kuitenkaan päästä verkostojen saneerausongelmasta eroon, joka kuitenkin on se merkittävin haaste nyt ja tulevaisuudessa.



Vedenkäsittelylaitosten kehittyessä talousveden laatu parantuu ja osana kustannussäästöjä pitkällä aikavälillä ovat laitosten kaukokäyttö sekä automatiikan lisääntyminen. Veden kierrättämistä on järkevää miettiä alueilla, jossa raakaveden riittävyys on ongelmana. (Britschgi ym. 2007, 68–71.)

Veden laatuvaatimusten kasvaessa veden hankinta pitää varmistaa kriisitilanteissa sopivilla varavesiyhteyksillä tai -lähteillä, jotta palveluiden käyttäjille pystytään jatkuvasti takaamaan hyvälaatuista talousvettä. Laatuvaatimukset pystytään pitämään parempana, kun vesijohtoverkkojen reaaliaikaista valvontaa tehostetaan ja ongelmiin pystytään reagoimaan hyvinkin lyhyellä varoitusaajalla. (Britschgi ym. 2007, 68–71.)

## **6.2 Vesijohtoverkot**

Verkostojen saneeraustarve ja siihen reagointi on tulevaisuuden suurin haaste. Verkostojen tila on tällä hetkellä huono ja pahenee vuosi vuodelta. Ongelmaa ei helpota vuosien aikana kertynyt saneerausvelka, koska verkostojen uusimista on tehty erittäin hitaasti. Päätösten tekoa haittaa tosiseikka, että verkostot kulkevat maan alla ja ongelmat huomataan vasta, kun putkirikkoja tapahtuu. (Heino, Katko & Takala 2010; Katko 2013, 447–448; Katko 2015.)

## **6.3 Kiinteistöt**

Talousveden käytön ei ennusteta kasvavan vuoteen 2030 mennessä ja ihmisten veden käytön oletetaan jopa laskevan nykyisestä 230 litrasta/asukas/vuorokausi arvoon 220 litraan/asukas/vuorokausi. Kiinteistöjen vesijohtojen saneeraukset kasvavat myös saman tarkastelujakson aikana merkittävästi. (Britschgi ym. 2007, 68–69.)

Kiinteistöjen putkimateriaalina on viime vuosina entistä enemmän käytetty muovia, jonka käyttäytymisestä todellisissa olosuhteissa ei ole tehty riittävästi tutkimuksia, jotta osattaisiin tarkasti kertoa materiaalin käyttöiästä ja korroosiovaikutuksista. Tästä saadaan varmasti tulevaisuudessa entistä enemmän tietoa. Tutkimusten avulla pystytään paremmin valitsemaan materiaaleja, joiden käyttöikä on pidempi ja vaikutus veden laatuun vähäinen. (Britschgi ym. 2007, 68–69.)

## 6.4 Kehitysehdotukset

Tulevaisuuden vesihuollon suunnittelussa ja käytännön asioiden pohdinnassa kannattaa miettiä seuraavia kehitysehdotuksia (Britschgi ym. 2007, 69–74; Kekki, Kaunisto, Keinänen-Toivola & Luntamo 2008, 171–174):

- Pohjaveden suojeluun ja pohjaveden käytettävyyteen vedenhankinnassa pystytään vaikuttamaan, kun kaavoituksessa ja maankäytön suunnittelussa otetaan vedenhankinta myös osaksi kokonaisuutta. Kaikkia pohjavesialueita eikä niihin kohdistuvia riskejä ole välttämättä vielä tiedossa, mikä tulee auttamaan pohjavesialueiden suojelua.
- Haja-asutusalueita tulisi paremmin opastaa sekä vesijohtolinjojen suunnittelussa että vedenhankinnassa. Vesijohtojen suunnittelua ohjaamalla pystytään estämään turhan pitkät putkilinjat ja huomioimaan linjojen tekeminen käyttötärpeen mukaan. Pitkien putkilinjojen riskinä on talvella putkien rikkoontuminen jäätyessä. Vedenhankintaa haja-asutusalueilla pitäisi pohtia vertaamalla sitä keskitettyyn vedenhankintaan. Tästä pitäisi tehdä haja-asutusalueille oma päätösmalli, jolla kiinteistökohtaisesti asukkaat osaisivat omalla alueellaan päätyä järkevään yhteiseen vedenhankintamalliin.
- Pohjavesien tukimusta keskitettäisiin niille alueille, joihin on odotettavissa väestön kasvua ja muuttoa. Lisäksi uhrattaisiin enemmän aikaa selvitykseen ilmastonmuutoksen vaikutuksista vedenhankintaan.
- Vesilaitosten välisellä tiiviimmällä yhteistyöllä saataisiin optimoitua paremmin vesivarantojen alueellinen käyttö.
- Tulevaisuuden vedenhankinnan turvaamiseksi vesilaitosten ja -verkostojen saneeraus- ja kunnossapitotoimintaa pitäisi tehostaa.
- Talousveden käyttöä saadaan tehostettua investoimalla vuotovahinkojen ennaltaehkäisyyn, jotta laskuttamattoman veden määrä saadaan alle 10 %.

- Vedenhankinnan ja vedenkäsittelyn maailmanlaajuisia tutkimuksia pitää seurata ja soveltaa niitä suomalaisiin olosuhteisiin. Vesihuolto on yksi yhteiskuntamme tärkeimmistä toiminnoista ja jatkossa siihen tulee kohdistumaan entistä enemmän riskejä.
- Vanhojen, käytöstä poistettujen, ja nykyisten vedenottamoiden ja -puhdistamoiden kunnossapitoon pitää hankkia resursseja. Vanhat laitokset voivat toimia varavedenottamoina kriisitilanteissa ja tämän takia on tärkeää pitää ne toimintakykyisinä.
- Kiinteistöjen suunnitteluratkaisuita pitää kehittää, jotta vesijohtojen mahdollisten vuotojen havaitseminen on helpompaa, korjaaminen ja uusiminen yksinkertaista ja huoltaminen helppoa. Suunnittelijoiden tulee olla tietoisia paikallisesta veden laadusta sekä huomioida mahdolliset muutokset suunnittelun yhteydessä.
- Jakelu- ja kiinteistöverkostojen vesijohtojen asennuksessa ja käyttöönotossa tapahtuu paljon virheitä, joista useat ongelmat johtuvat. Laadun parantaminen ja määräysten tiukentaminen poistaisivat useita huolimattomuudesta johtuvia virheitä.
- Kiinteistöjen vesijohtojen vaurioista olisi tehtävä kattava selvitys lähitulevaisuudessa. Tämä tarve olli jo vuonna 2008.

## 7 KIINTEISTÖJEN TALOUSVESIVERKKOJEN TURVAAMINEN

### 7.1 Kiinteistöjen talousvesiverkon kunto

Minkä takia kiinteistöjen talousvesiverkon kuntoon pitäisi kiinnittää huomiota? Suomessa vedenjakeluinfrastruktuuri vanhenee koko ajan ja verkostoista liikkeelle lähtevät epäpuhtaudet päätyvät loppukäyttäjien kiinteistöjen käyttövesijärjestelmiin. Käyttövesijärjestelmiin kerääntyvät epäpuhtaudet tukkivat laiteita ja putkia ja aiheuttavat vuotovahinkoja. Näin tapahtuu riippumatta siitä missä maassa ollaan. Kehitysmaissa ongelmat ovat huomattavasti suurempia, koska siellä haasteina ovat vielä juoma- ja jätevesien sekoittuminen keskenään.

Suomessa tehdään kiinteistöjen käyttövesiputkien saneerauksia vuosittain yli 20 000 huoneistoon ja määrän odotetaan kasvavan seuraavan 10 vuoden aikana yli 30 000 huoneistoon vuositasolla (LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry 2016). Saneerauksia tehdään putkien käyttöiän lähestyessä teoreettista käyttöikänsä loppua, tai jos putket ovat tukkeutuneet epäpuhtauksista tai vuotavat. Luvussa 4.3.2. selvitettiin korroosion sekä veden laadutekijöiden vaikutusta vesijohtoverkkojen ongelmiin, josta käytännön esimerkkinä on Satakunnassa sijaitsevan 1970-luvulla rakennetun taloyhtiön kylmän käyttövesiputken säätöventtiili ennen sen saneeraamista vuonna 2017 (kuva 11).



KUVA 11. 1970-luvulla rakennetun taloyhtiön kylmän käyttövesiputken säätöventtiili (Pirkanmaan Vedenkäsittely Oy 2017)

On tapauksia (liite 4), joissa kymmenen vuotta vanhan kiinteistön kupariputket ovat alkaneet vuotaa ja saneeraus on ollut ainoa vaihtoehto. Teknisestä käyttöiästä olisi pitänyt olla jäljellä ainakin 20 vuotta vielä. (Aatsalo 2016.)

Molemmissa tapauksissa, vuodossa tai tukkeutumisessa, ongelmat ovat lähtöisin osittain ainakin veden laatutekijöistä ja niiden vaikutuksesta putkistomateriaaleihin. Kiinteistöjen suojaaminen pitäisi olla kärkipäässä, kun uusia kohteita tai saneerauksia suunnitellaan. Suunnittelijoiden tietämys paikallisen alueen talousveden laadusta sekä jakelujohtoverkon kunnosta olisi järkevää päivittää vuosittain, ellei jopa useammin. Vuonna 2016 Suomessa oli noin 80 000 taloyhtiötä (Asuntojen hinnat 2017). Se on maamme suurin yksittäisten ihmisten omistama omaisuus, jota pitäisi suojella paljon paremmin, kuin mitä tällä hetkellä tehdään.

Suomessa veden toimittajien yleinen mielipide on, että kiinteistöihin tulevaa vettä ei tarvitse suodattaa ja veden jakeluverkostoissa kulkee vaatimukset täyttävät vesi, josta ei loppukäyttäjille aiheudu ongelmia. Jakeluverkoista kuitenkin todistetusti lähtee epäsäännöllisesti (liite 2) liikkeelle vettä sameuttavaa irtosakkaa, joka veden toimittajan ohjeistuksella saadaan korjattua, kun vettä juoksetaan. Tämä irtosakka päätyy kiinteistön käyttövesijärjestelmän jokaiseen vesipisteeseen ja -kalusteeseen sekä putkistoon, josta mahdollisesti aiheutuu haittaa veden käyttäjille (kuva 12). Luvussa 3.2. esitetyt talousveden laatuvaatimukset täyttyvät varmasti jakeluverkostoon lähtevän veden osalta jokaisella Suomessa toimivalla vesihuoltolaitoksella, mutta mitä tapahtuu vesilaitoksen ja kiinteistön välissä, onkin toinen kysymys.



KUVA 12. Kerrostaloyhtiön pesuhuoneen vesipiste (Pirkanmaan Vedenkäsittely Oy 2017)

## 7.2 Kiinteistön talousvesiverkon yhdistelmäsuodatin

Kiinteistöjen talousvesiverkkojen käyttöikää pystytään ennaltaehkäisevillä toiminnoilla pidentämään. Vesivahingot ovat palovahinkojen ohella yksi suurimmista vakuutusyhtiöiden Suomessa maksamista korvauslajeista. Veden jakelijan verkossa tapahtuu putkirikkoja, joista johtuen verkossa olevat sakkakertymät lähtevät liikkeelle päätyvät kiinteistöihin (Nieminen 2017). Putkirikosta aiheutuu paineiskuja, jotka kulkevat koko jakeluverkon läpi ja ylisuuri paine voi rikkoa loppukäyttäjien käyttövesi- tai lämmitysjärjestelmän laitteita. Kiinteistön omistajan ja suunnittelijan vastuulle jää huolehtia, että kiinteistön talousvesiverkko on asianmukaisesti suojattu mainituilta häirtatekijöiltä.

Nykypäivänä kaikissa uusissa sekä saneerattavissa asuinkiinteistöissä on pakollisena huoneistokohtaiset vesimittarit. Jos veden jakelijan verkosta tai kiinteistön käyttövesiverkon korjauksen aikana putkista irtoaa pienikin määrä epäpuhtautta, mittarit voivat olla epäkunnossa.

Honeywell-suodattimissa (kuva 13) on patentoitu suodattimen puhdistava vastahuuhtelujärjestelmä, joka takaa luotettavasti täysin puhtaan veden kiinteistön asukkaille. Tiheä, ruostumattomasta teräksestä valmistettu suodatinverkko suodattaa likahiukkaset ja muut

epäpuhtaudet veden toimittajan verkosta tulevasta vedestä. Tämä estää putkiston piste-korroosion ja takaa sen, että kiinteistön käyttövesijärjestelmän kaikki osat toimivat oikein. Suodattimen puhdistus tehdään toimilaitteen avulla täysin automaattisesti. (Niemi-nen 2017.)

HS10S-suodattimessa on integroituna paineenalennusventtiili, jolla suojataan kiinteistöä veden toimittajan verkossa tapahtuvilta painevaihteluilta ja -iskuilta.

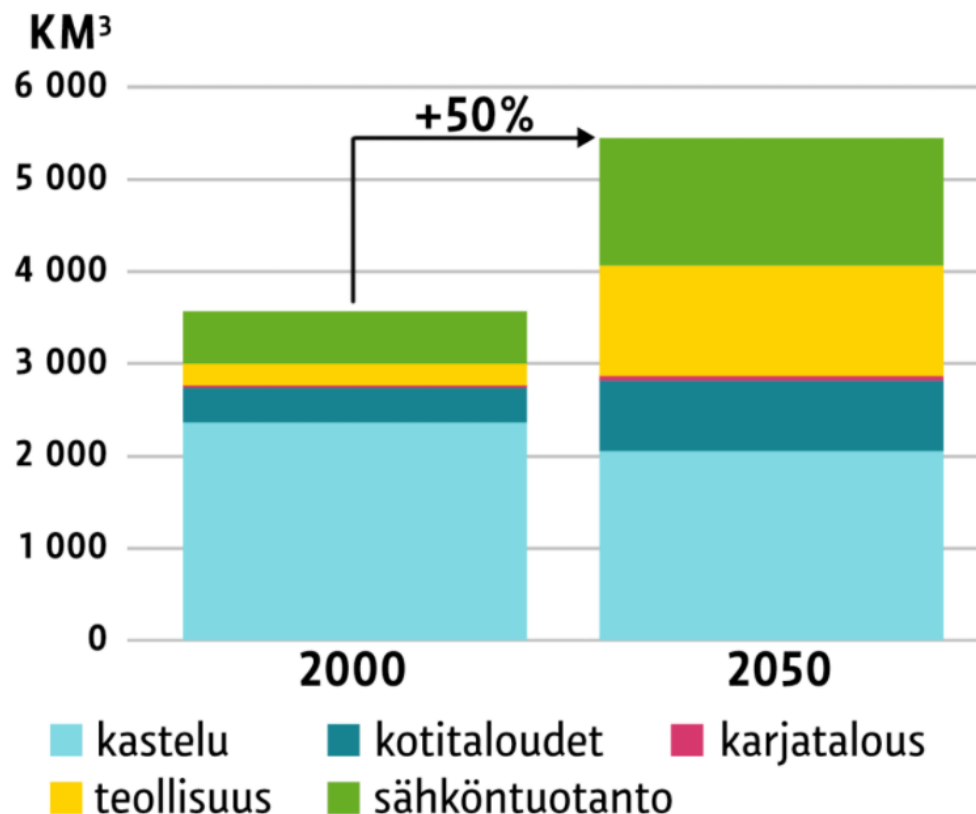


KUVA 13. Honeywell HS10S-yhdistelmäsuodatin automaattihuuhtelulla (Pirkanmaan Vedenkäsittely Oy 2017)

## 8 POHDINTA

Vuonna 2009 Suomi valittiin Kanadan kanssa yhdeksi maailman parhaaksi valtioksi vesiköyhyysindeksivertailussa. Indeksissä mitataan vesivarojen saatavuutta ja hallintaa, vedenkäyttöä henkilöä kohden, veden laatua, ympäristön hallintaa ja sosioekonomisia tekijöitä. Suomen menestyminen kansainvälisissä vertailuissa osoittaa Suomen hyvää ympäristönsuojelua sekä vesivarantojen järkevää hyödyntämistä. Kuitenkin veden uudelleenkäytön indeksi on Suomessa 0,1. Se tarkoittaa, että vain noin 10 % käytetystä vedestä kierrätetään. Käytännössä vettä ei käytetä ollenkaan uudestaan. (Katko 2013, 443.)

Varsinkin teollisuuden maailmanlaajuisesti lisääntynyt veden käyttö kasvattaa yritysten kustannuksia, jos ei veden uudelleenkäyttöä tai säästämistä aleta tehostaa (kuva 14). Ensimmäisenä veden riittämättömyyden kanssa ongelmiin joutuvat ruoka- ja juomateollisuuden yritykset, koska niiden normaali veden käyttö on niin suurta. (Karismo 2017.)



KUVA 14. Veden kysyntä ja käytön kustannukset kasvavat (Karismo 2017.)



Suomessa puhdasta vettä riittää, mutta kuinka hyvin se pystytään hyödyntämään kaupallisessa mielessä ja pystytäänkö olemassa olevien vesihuoltolaitosten ja -jakeluverkostojen saneeraushaasteisiin vastaamaan. Päättäjien tietoisuuteen pitäisi tuoda konkreettisia kuvia ongelmista ja niistä haasteista, mitä vesihuoltoverkostossa maan alla kulkee.

Veden uudelleenkäyttöä on jo suomalaisessa teollisuudessa jonkin verran tehty, mutta vain murto-osa siitä, kuinka paljon vettä teollisuudessa käytetään. Uskon tähän markkinaan liittyvien järjestelmien kehittyminen avaa varmasti uusia ovia maailmalta ja antaa hienoja mahdollisuuksia suomalaiselle insinööriosaamiselle.

Ihmiset ovat mukavuudenhaluisia, mikä lisää vesihuollon tarpeita myös taajamien ulkopuolella sijaitseville vapaa-ajan asunnoille. Loma-asunnolle ei haluta kuljettaa vettä, vaan se on saatava paikan päältä, mielellään suoraan kiinteistön sisällä sijaitsevasta vesihastasta. Tämä tarkoittaa erityisjärjestelyitä vesihuollon kannalta ja pohdintaa siitä, voidaanko taajamien ulkopuolisia alueita edes liittää keskitetyn vesihuollon piiriin. (Silfverberg 2017, 2.)

Suomessa ollaan tietyillä teknisillä osa-alueilla hyvin paljon jäljessä Keski-Euroopan kehittyviä markkinoita. Tästä hyvä esimerkki on kiinteistöjen suojaaminen. Esimerkiksi Saksassa on jo 2010-luvun alusta asti suojattu yksittäisessä omistuksessa olevia kiinteistöjä veden jakelijan verkosta tulevilta ongelmilta, koska sillä on huomattu olevan suuri vaikutus kiinteistöjen järjestelmien käyttöikään, toimivuuteen ja kiinteistön arvoon. Vahinkojen ennaltaehkäisemisen kannalta tämä on merkittävä asia pitkällä aikavälillä. Ennaltaehkäisemällä vuotovahingot tai laitteiden tukkeutumisesta säästetään kustannuksia, joilla voidaan osittain rahoittaa esimerkiksi julkisivu- tai kattoremontteja. Näin kiinteistön saneerausvelka saadaan pidettyä järkevänä yksittäisen osakkeenomistajan näkökulmasta. Kiinteistöjen ylläpito ja säännölliset korjaukset ovat tärkeitä paitsi asumismukavuuden ja turvallisuuden myös kiinteistön pitkän elinkaaren kannalta.

## LÄHTEET

Aatsalo, J. 8.3.2016. Putkivuotoepidemia pakottaa uudehkot taloyhtiöt laajoihin saneerauksiin. Sanoma Tekniikkajulkaisut Oy. Luettu 24.10.2017. <https://www.rakennuslehti.fi/2016/03/putkivuotoepidemia-pakottaa-uudehkot-taloyhtiot-laajoihin-saneerauksiin/>

Asetusluonnos kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistoista 19.9.2017. Luettu 26.10.2017. <http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>

Asuntojen hinnat, Tilastokeskus. 12.9.2017. Asunto-osakeyhtiöiden talous; Tilastoaineisto. Luettu 24.10.2017. [http://www.stat.fi/til/asyta/2016/asyta\\_2016\\_2017-09-12\\_kat\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/asyta/2016/asyta_2016_2017-09-12_kat_001_fi.html)

Bharat, G. tohtori. 2017. Thesis/Hannu Haanpää. Sähköpostiviesti. girijakbharat@gmail.com. Luettu 3.11.2017.

Britschgi, R., Gustafsson, J., Isomäki, E., Kuusisto, E., Munsterhjelm, K., Santala, E., Suokko, T., Valve, M. 2007. Yhdyskuntien vedenhankinnan tulevaisuuden vaihtoehdot. Helsinki: Suomen Ympäristökeskus.

D1. 2007. Ympäristöministeriön asetus kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistoista. Luettu 24.10.2017. [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveellisyys](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveellisyys)

Direktiivi 98/83/EY. Neuvoston direktiivi ihmisten käyttöön tarkoitettun veden laadusta. 3.11.1998. Luettu 30.10.2017. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=LEGISSUM:128079>

Ehlers, U. insinööri. 2017. Thesis/Hannu Haanpää. Sähköpostiviesti. uffe.ehlers@honeywell.com. Luettu 9.11.2017.

Heino O., Katko T., Takala A. 2010. Ikääntyvä infra - vesihuollon keskeisin haaste (Aging infrastructure – the biggest challenge of water supply and sanitation). Vesitalous. Vol. 51. Luettu 26.10.2017. [http://www.vesitalous.fi/wp-content/uploads/2013/05/6\\_2010.pdf](http://www.vesitalous.fi/wp-content/uploads/2013/05/6_2010.pdf)

Helgerud, M. insinööri. 2017. Thesis/Hannu Haanpää. Sähköpostiviesti. morten.helgerud@honeywell.com. Luettu 15.11.2017.

Karismo, A. 25.3.2017. Vedestä tuli yrityksille riski – miljardien eurojen kysymys on suurelta osin ratkaisematta. Yleisradio. Tulostettu 19.10.2017. <https://yle.fi/uutiset/3-9522618>

Karttunen, E., Tuhkanen, T. 2003. RIL 124-1 Vesihuolto I. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.

Karttunen, E., Kiuru, H., Tuhkanen, T. 2004. RIL 124-2 Vesihuolto II. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.

Katko T. 2013. Hanaa! Suomen vesihuolto – kehitys ja yhteiskunnallinen merkitys, Nord Print: Suomen Vesilaitosyhdistys ry.

Katko, T. 2015. Vesihuolto tarvitsee tutkimusta ja koulutusta. KL-Kustannus Oy. Luettu 28.10.2017. Vaatii käyttöoikeuden. <http://kuntateknikka.fi/lehtiarkisto/022015/kolumni-5>

Katko, T. dosentti. 2017. Haastattelu 12.11.2017. Haastattelija Haanpää, H. Tampere.

Kekki, Tomi K., Kaunisto, T., Keinänen-Toivola, Minna M., Luntamo, M. 2008. Vesi-johtomateriaalien vauriot ja käyttöikä Suomessa. Turku: Vesi-Instituutti Oy.  
Laakkonen, P. verkostopäällikkö. 2017. Haastattelu 11.10.2017. Haastattelija Haanpää, H. Tampere.

Kumar, M. tohtori. 2017. Thesis/Hannu Haanpää. Sähköpostiviesti. manishkr67@gmail.com. Luettu 3.11.2017.

Luukkonen, H. 2013. Vesiosuuskunnat, kuntien vesihuoltolaitokset ja kunnat. Helsinki: Suomen kuntaliitto.

LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry. 24.2.2016. Putkiremonttia kannattaa kiirehtiä. Luettu 24.10.2017. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Ajankohtaista/Tiedotteet1/2016/putkiremonttia-kannattaa-kiirehtia/>

Mero, P. 7.7.2017. Lausuntopyyntö luonnoksesta ympäristöministeriön asetukseksi kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistosta. Finanssiala ry. Luettu 24.10.2017. [http://www.finanssiala.fi/lausunnot/FA\\_lausunto\\_07072017\\_vesijaviemari.pdf](http://www.finanssiala.fi/lausunnot/FA_lausunto_07072017_vesijaviemari.pdf)

Nieminen, E. LVI-insinööri. 2017. Haastattelu 15.9.2017. Haastattelija Haanpää, H. Tampere.

Pantsu, P. Nyt iskee vesisote: Hallitus pohjustaa rakenneremonttia Suomen vesihuoltoon. 14.10.2017. Yleiradio. Tulostettu 19.10.2017. <https://yle.fi/uutiset/3-9881950>

Pirkanmaan Vedenkäsittely Oy. 2017. Arkisto ja kotisivut. Tulostettu 21.10.2017. <http://www.pirkanmaanvedenkasittely.fi/>

Seppälä, O. toimitusjohtaja. 2017. Opinnäytetyö / Käyttövesiverkostot eri maiden näkökulmista. Sähköpostiviesti. [osmo.seppala@vvy.fi](mailto:osmo.seppala@vvy.fi). Luettu 5.10.2017.

Silfverberg, P. 2017. Vesihuollon suuntaviivat 2020-luvulle. Helsinki: Suomen Vesiläitosyhdistys ry.

683/2017. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 27.10.2017/683.

Tampereen Vesi. 2016. Tampereen Veden Tilastotiedot. Luettu 12.11.2017. [http://www.tampereenvedenvuosikertomus.fi/wp-content/uploads/2017/04/Tampereen-vesi\\_tilastotiedot\\_2016.pdf](http://www.tampereenvedenvuosikertomus.fi/wp-content/uploads/2017/04/Tampereen-vesi_tilastotiedot_2016.pdf)

Tampereen Vesi. 2017. Tampereen Veden häiriökarttapalvelu. Tulostettu 25.10.2017. <http://trevesi.tampere.fi/hairiokartta/>

Ulkoministeriön viestintä. Riittääkö puhdasta makeaa vettä kaikille maailman ihmisille?13.8.2013. Luettu 16.10.2017. <http://global.finland.fi/public/default.aspx?contentid=163693>

Vesilaitosyhdistys. N.d. Vesihuolto, linkit, lainsäädäntö. Luettu 20.10.2017. [https://www.vvy.fi/vesihuolto\\_linkit\\_lainsaadanto/talousvesi](https://www.vvy.fi/vesihuolto_linkit_lainsaadanto/talousvesi)

Vesiosuuskunnat.fi. N.d. Tietoa vesihuollosta. Luettu 20.10.2017. <http://www.vesiosuuskunnat.fi/index.php?cat=30&lang=fi&project=>

WHO. World Health Organization. 2.1 billion people lack safe drinking water at home, more than twice as many lack safe sanitation. 12.7.2017. Luettu 14.11.2017. <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/water-sanitation-hygiene/en/>

Wikipedia. 2017. Luettu 25.10.2017. <https://fi.wikipedia.org/wiki/>

Vuorinen, S. käyttöinsinööri. 2017. Opinnäytetyö/Haastattelu. Sähköpostiviesti. [sini.vuorinen@tampere.fi](mailto:sini.vuorinen@tampere.fi). Luettu 25.10.2017.

Ympäristöministeriö. 29.12.2016. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Luettu 30.10.2017. <http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>

## LIITTEET

### Liite 1. Talousveden laatuvaatimukset ja -suositukset (683/2017)

1(4)

#### 1. Talousveden laatuvaatimukset ja -tavoitteet

Taulukko 1. Mikrobiologiset laatuvaatimukset	
Muuttuja	Enimmäisarvo ja yksikkö
<i>Escherichia coli</i>	0 pmy/100 ml
Enterokokit	0 pmy/100 ml

Taulukko 2. Kemialliset laatuvaatimukset		
Muuttuja	Enimmäisarvo ja yksikkö	Huomautukset
<i>Pääosin raakavedestä peräisin olevat muuttujat</i>		(A)
Arseeni	10 µg/l	
Bentseeni	1,0 µg/l	
Boori	1,0 mg/l	
1,2-dikloorietaani	3,0 µg/l	
Elohopea	1,0 µg/l	
Fluoridi	1,5 mg/l	
Nitraatti (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	50 mg/l	(1)
Seleeni	10 µg/l	
Syanidit	50 µg/l	
Tetrakloorieteeni ja trikloorieteeni yhteensä	10 µg/l	
Torjunta-aineet	0,10 µg/l	(2 ja 3)
Torjunta-aineet yhteensä	0,50 µg/l	(2 ja 4)
Uraani	30 µg/l	
<i>Desinfioinnin sivutuotteet</i>		(B)
Bromaatti	10 µg/l	(5)
Trihalometaanit yhteensä	100 µg/l	(5 ja 6)
<i>Pääosin vedenkäsittelykemikaaleista ja verkostomateriaaleista peräisin olevat muuttujat</i>		
pH	9,5	(B ja 7)
Akryyliamidi	0,10 µg/l	(C tai D)
Epikloorihydriini	0,10 µg/l	(C tai D)
Vinyylkloridi	0,50 µg/l	(C tai D)
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt yhteensä	0,10 µg/l	(D ja 8)
Bentso(a)pyreeni	0,010 µg/l	(D)
<i>Muuttujat, joihin kiinteistön vesilaitteisto voi vaikuttaa merkittävästi</i>		
Antimoni	5,0 µg/l	
Kadmium	5,0 µg/l	

(jatkuu)

2(4)

Kromi	50 µg/l	
Kupari	2,0 mg/l	
Lyijy	10 µg/l	
Nikkeli	20 µg/l	
Nitriitti (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0,50 mg/l	(1)

#### Näytteenottoa koskevat huomautukset

- A) Näyte voidaan tutkia vaatimusten täyttymiskohdan sijasta raakavedestä, vedenkäsittelylaitokselta lähtevästä vedestä tai vedenjakeluverkostosta.
- B) Näyte voidaan tutkia vaatimusten täyttymiskohdan sijasta vedenkäsittelylaitokselta lähtevästä vedestä tai vedenjakeluverkostosta.
- C) Muuttujan pitoisuus vedessä määritetään laskemalla. Pitoisuus lasketaan veden kanssa kosketuksissa olevasta polymeeristä tuoteselosteen mukaan enimmillään irtoavasta tai liukenevasta määrästä. Jos muuttuja mitataan vedestä, enimmäispitoisuutena pidetään Maailman terveysjärjestön terveysperusteista raja-arvoa, jotka ovat akryyliamidille 0,50 µg/l, epikloorihydriinille 0,40 µg/l ja vinyylidikloridille 0,30 µg/l.
- D) Näyte on tutkittava vaatimusten täyttymiskohdasta.

#### Muut huomautukset

- 1) Nitriitin enimmäisarvo vedenkäsittelylaitokselta lähtevässä vedessä on 0,10 mg/l. Nitraattipitoisuus/50 + nitriittipitoisuus/3 ei saa ylittää arvoa 1.
- 2) Tarkoitettujen yhdisteiden joukossa ovat orgaanisia hyönteis-, rikkaruoho-, sieni-, ankerois-, punkki-, levä- ja jyrsijämyrkyjä, orgaanisia limantorjunta-aineita sekä muita vastaavia tuotteita sekä yhdisteiden metabolia-, hajoamis- ja reaktiotuotteita.
- 3) Aldriinin, dieldriinin, heptakloorin ja heptaklooriepoksidin enimmäisarvo on 0,030 µg/l
- 4) Muuttujalla tarkoitetaan kaikkien seurannassa havaittujen yksittäisten torjunta-aineiden, joiden pitoisuus on ilmaistu määrällisesti, yhteenlaskettua summaa.
- 5) Desinfiointitehoa vaarantamatta on pyrittävä mahdollisuuksien mukaan tätä alempaan pitoisuuteen.
- 6) Tarkoitettujen yhdisteiden joukossa ovat kloroformi, bromoformi, dibromikloorimetaani ja bromidikloorimetaani.
- 7) pH:n laatutavoitteesta säädetään tämän liitteen taulukossa 4.
- 8) Tarkoitettujen yhdisteiden joukossa ovat bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(ghi)peryleeni ja indeno-(1,2,3cd)-pyreeni.

<b>Taulukko 3. Radioaktiivisuuden laatuvaatimukset</b>		
Muuttuja	Enimmäisarvo ja yksikkö	Huomautukset
Radon	1000 Bq/l	(1 ja 2)
Tritium	100 Bq/l	(3)
Viitteellinen annos	0,10 mSv/vuosi	(4)

#### Huomautukset

- 1) Radonin laatutavoite on 300 Bq/l. Korjaavien toimenpiteiden tarpeellisuus on harkittava riskinarvioinnin perusteella, jos laatutavoite ei täyty. Korjaaviin toimenpiteisiin on ryhdyttävä aina, jos laatuvaatimus ei täyty.

(jatkuu)

- 2) Jos radonin aktiivisuuspitoisuus on vaatimusten täyttymiskohdassa suurempi kuin 100 Bq/l, pitoisuus on tutkittava raakavedestä tai vedenkäsittelylaitokselta lähtevästä vedestä.
- 3) Jos tritiumin laatuvaatimus ei täyty, vedestä on mitattava myös muita keinotekoisia radionuklideja. Säteilyturvakeskus määrittelee mitattavat nuklidit.
- 4) Viitteellisellä annoksella tarkoitetaan talousvedestä aiheutuvan efektiivisen annoksen kertymää yhden vuoden aikana saadulle määrälle kaikkia talousvedessä havaittuja luonnollisia ja keinotekoisia radionuklideja, lukuun ottamatta tritiumia, kalium-40:tä, radonia ja radonin lyhytikäisiä hajoamistuotteita.

Taulukko 4. Laatutavoitteet		
Muuttuja	Arvo ja yksikkö	Huomautukset
<i>Mikrobiologiset muuttujat</i>		
Koliformiset bakteerit <sup>1</sup>	0 pmy/100 ml	(B ja 1)
<i>Clostridium perfringens</i> , mukaan lukien itiöt	0 pmy/100 ml	(A, 1 ja 2)
Pesäkkeiden lukumäärä (22°C) <sup>1</sup>	ei epätavallisia muutoksia	(B ja 3)
<i>Veden syövyttävyyteen vaikuttavat muuttujat</i>		
pH	6,5–9,5	(A)
Kloridi	alle 250 mg/l	(A ja 4)
Sulfaatti	alle 250 mg/l	(A ja 4)
Sähkönjohtavuus	alle 2500 µS/cm	(A, 4 ja 5)
<i>Muut muuttujat, joihin vedenkäsittely voi vaikuttaa merkittävästi</i>		
Alumiini	alle 200 µg/l	(A)
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	alle 0,50 mg/l	(A)
Natrium	alle 200 mg/l	(A)
<i>Veden laadun yleisindikaattorit</i>		
Haju ja maku <sup>1</sup>	ei epätavallisia muutoksia ja käyttäjien hyväksyttävissä	(B)
Väri <sup>1</sup>	ei epätavallisia muutoksia ja käyttäjien hyväksyttävissä	(B)
Sameus <sup>2</sup>	ei epätavallisia muutoksia ja käyttäjien hyväksyttävissä	(B, 3 ja 6)
Lämpötila	alle 20 °C	(B ja 7)
<i>Muuttujat, joihin kiinteistön vesilaitteisto voi vaikuttaa merkittävästi</i>		
Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) <sup>2</sup>	ei epätavallisia muutoksia	(B ja 3)
Hapettavuus (COD <sub>Mn</sub> -O <sub>2</sub> ) <sup>2</sup>	alle 5,0 mg/l	(B ja 3)
Mangaani <sup>2</sup>	alle 50 µg/l	(B ja 3)
Rauta <sup>2</sup>	alle 200 µg/l	(B ja 3)
<sup>1</sup> Kiinteistön vesilaitteisto voi vaikuttaa merkittävästi näihin muuttujiin.		
<sup>2</sup> Vedenkäsittely voi vaikuttaa merkittävästi näihin muuttujiin.		

(jatkuu)

*Näytteenottoa koskevat huomautukset*

- A) Näyte voidaan tutkia vaatimusten täyttymiskohdan sijasta vedenkäsittelylaitokselta lähtevästä vedestä tai vedenjakeluverkostosta.  
 B) Näyte on tutkittava vaatimusten täyttymiskohdasta.

*Muut huomautukset*

- 1) Tavoitetason ylittyminen edellyttää aina jatkotutkimuksia veden mikrobiologisesta laadusta ja talousveden mahdollisen saastumisen selvittämistä.
- 2) Tutkitaan, jos vesi on otettu pintavesimuodostumasta tai pintavesi vaikuttaa veteen.
- 3) Kunnan terveys- ja suojeluviranomainen voi asettaa muuttujalle vedenjakelualuekohtaisen enimmäisarvon toimitetun veden pitoisuuden vaihtelun ja pitkän aikavälin kehitysuunnan perusteella.
- 4) Muuttujan arvo on asetettu veteen aiheutuvan maun ehkäisemiseksi. Vesi ei kuitenkaan saa olla syövyttävää. Vesijohtomateriaalien syöpymisen ehkäisemiseksi tulisi kloridipitoisuuden olla alle 25 mg/l, sulfaattipitoisuuden alle 150 mg/l ja sähkönjohtavuuden alle 250 µS/cm.
- 5) Pitoisuudella tarkoitetaan muuttujan arvoa 20 °C lämpötilassa.
- 6) Pintaveden käsittelylaitokselta lähtevän veden sameudessa tulisi pyrkiä arvoon alle 1 NTU.
- 7) Lämpötila mitataan yhden minuutin veden juoksuttamisen jälkeen. Muuttujaa käytetään vain sen arvioimiseksi, miten kiinteistön vesilaitteisto vaikuttaa veden lämpötilaan.

**2. Pulloissa tai säiliöissä toimitettavan talousveden laatuvaatimukset ja -suositukset**

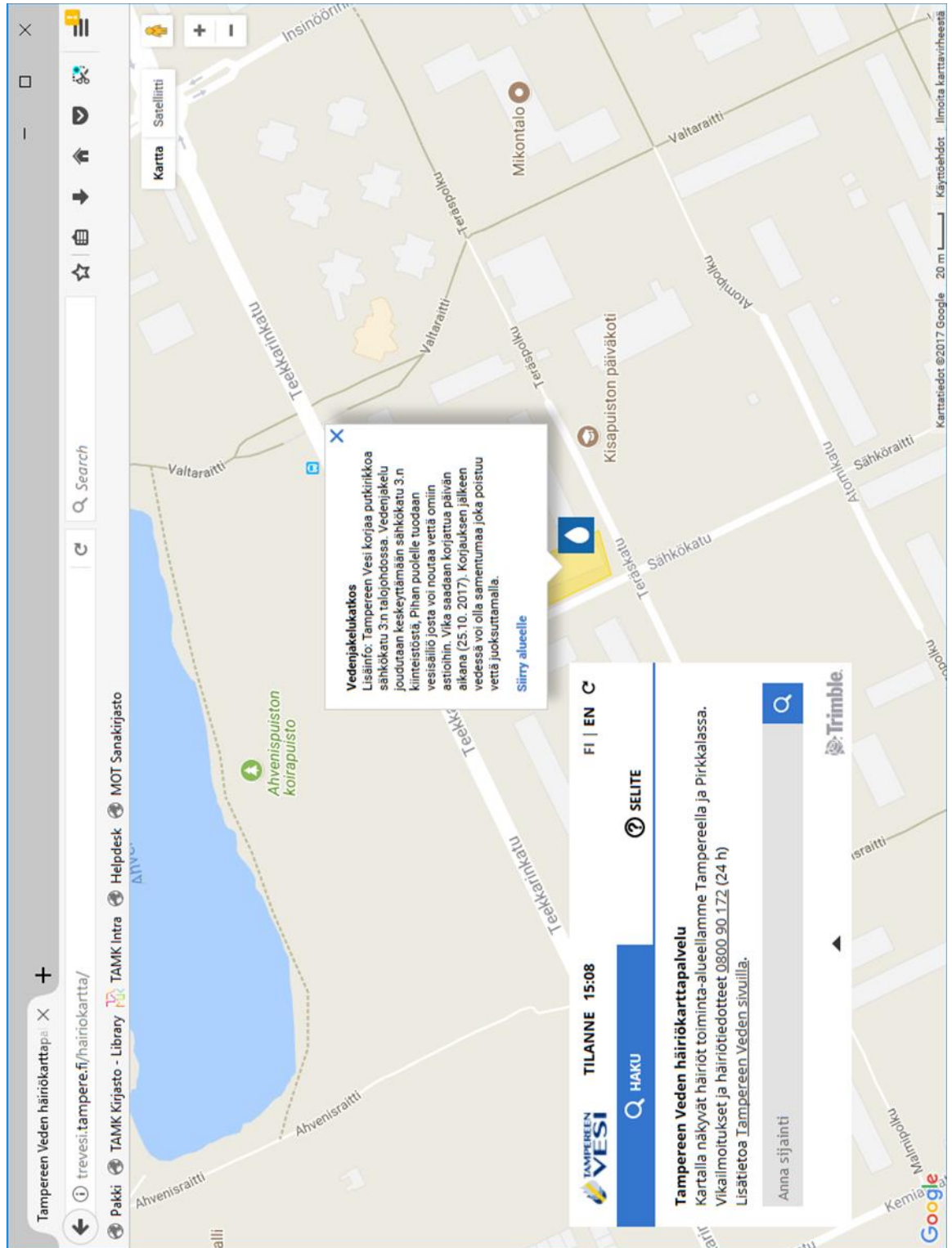
Arvot, jotka poikkeavat muulle talousvedelle annetuista enimmäisarvoista

<b>Taulukko 5. Mikrobiologiset laatuvaatimukset</b>	
Muuttuja	Enimmäisarvo ja yksikkö
<i>Escherichia coli</i>	0 pmy/250 ml
Enterokokit	0 pmy/250 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0 pmy/250 ml
Pesäkkeiden lukumäärä 22 °C	100 pmy/ml
Pesäkkeiden lukumäärä 37 °C	20 pmy/ml

<b>Taulukko 6. Laatusuositukset (tavoitetasot)</b>	
Muuttuja	Enimmäisarvo ja yksikkö
Koliformiset bakteerit	0 pmy/250 ml
pH	4,5 - 9,5



## Liite 2. Vedenjakelukatkos 25.10.2017 (Tampereen Vesi 2017)



### Liite 3. Haastattelukysymykset

1. Vesijohtoverkko
  - a. Kuka/ketkä omistavat maanne vesijohtoverkon (julkinen vai yksityinen)?  
Kuinka laajaa vesijohtoverkkoa hallinnoi yksi omistaja (vesilaitos)?
  - b. Mistä materiaalista vesijohtoverkko on tehty?
  - c. Kuka vastaa raakaveden puhdistuksesta?
  
2. Vesijohtoverkon käyttö ja ylläpito
  - a. Kuka vastaa vesijohtoverkon ylläpidosta?
  - b. Onko vesijohtoverkossa havaittu vuosien varrella ongelmia? Miten olette ratkaisseet ongelmat?
  - c. Kuinka usein vesijohtoverkkoa joudutaan korjaamaan/uusimaan? Mistä mahdolliset viat johtuvat?
  - d. Kuinka usein tapahtuu putkirikkoja?
  
3. Veden laatuvaatimukset
  - a. Millaisia juomaveden laatuvaatimuksia maassanne noudatetaan?
  - b. Onko osavaltioilla/kaupungeilla/kunnilla omia lisävaatimuksia juomaveden laadulle?
  
4. Millaiset ovat mielestänne tulevaisuuden näkymät maanne juomaveden saatavuuden sekä laadun suhteen?
  
5. Asuin- ja liikekiinteistöjen käyttövesi
  - a. Käytetäänkö kiinteistöjen ja yleisen vesijohtoverkon välillä suodatusta? Millaisia ovat mahdolliset suodatusratkaisut?
  - b. Onko kiinteistöissä huoneistokohtaista vedenpuhdistusta? Millaisia?
  - c. Onko kiinteistö- ja/tai huoneistokohtaisen vedenpuhdistuksen kanssa ollut ongelmia tai haasteita? Millaisia?
  
6. Kerro ajatuksia ja parannusehdotuksia (Vesijohtoverkkojen rakentaminen ja ylläpito tulevaisuudessa säilyttäen hyvä vedenlaatu):

Liite 4. Putkivuodot pakottavat taloyhtiöt laajoihin saneerauksiin (Aatsalo 2016)

Tampereen Haapalinnassa monissa taloyhtiöissä on edessä käyttövesiputkisaneeraus. Syyksi epäillään sekoitusta.



Pistesyöpymät voivat ilmestyä salakavalasti uusiinkin putkiin.



Yli 30 vuotta samassa 25 asunnon talossa pakottivat taloyhtiön kalliiseen remonttiin. Vuonna 2006 valmistuneessa ja Haapalinnan alueella sijaitsevassa asunto-osakeyhtiö Tampereen Saarnipihassa on menossa käyttövesiputkien täydellinen saneeraus. Asiasta kertoi ensimmäisenä Aamulehti.

Saarnipihan asukkaita jatkuvasti lisääntyneet vesivuodot ovat piinanneet vuodesta 2010 lähtien.

”Pahimmillaan talossa vuoti monta eri kohtaa. Yhdessä asunnossa on ollut jopa viisi vesivahinkoa”, asunto-osakeyhtiön hallituksen puheenjohtaja **Reijo Linnanen** laskee.

Kun lähitaloista alkoi kuulua samanlaisia uutisia, tilanne alkoi tuntua Linnasesta hälyyttävältä. Lopulta seitsemän alueella sijaitsevaa taloyhtiötä päätti teettää VTT Expert Servicellä tutkimuksen putkivuotojen syiden selvittämiseksi. Yksin tuskin mikään taloyhtiö olisi lähtenyt rahoittamaan yli 50 000 euroa maksanutta tutkimusta.